VISIT…

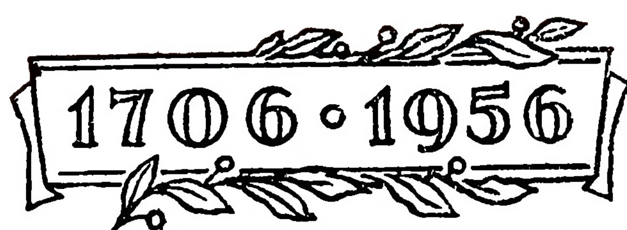
LANZAROTE
Caliente.COM

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

КЛАССИКИ НАУКИ



250
ЛЕТ
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

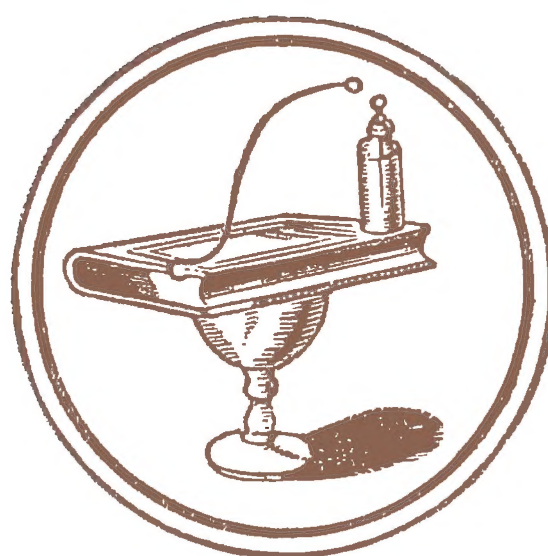


ВЕНИАМИН ФРАНКЛИН

ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО
В. А. АЛЕКСЕЕВА

РЕДАКЦИЯ,
СТАТЬЯ И КОММЕНТАРИИ
Б. С. СОТИНА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА · 1956

СЕРИЯ „КЛАССИКИ НАУКИ“

основана академиком *С. И. Вавиловым*

Редакционная коллегия: академик *И. Г. Петровский* (председатель), академик *К. М. Быков*, академик *Б. А. Казанский*, академик *О. Ю. Шмидт*, академик *Н. Н. Андреев*, академик *Д. И. Щербаков*, академик *П. Ф. Юдин*, член-корреспондент АН СССР *Б. Н. Делоне*, член-корреспондент АН СССР *Х. С. Коштоянц*, член-корреспондент АН СССР *А. М. Самарин*, профессор *Д. М. Лебедев*, профессор *Н. А. Фигуровский*, кандидат философских наук *И. В. Кузнецов* (зам. председателя)


ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ
В. ФРАНКЛИН



В. ФРАНКЛИН

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ПИСЬМА I

Вен. Франклина, Филадельфия,
члену Королевского общества Питеру Коллинсону [1], Лондон

Филадельфия, 28 марта 1747 г.

Сэр,

Ваш любезный подарок — электрическая трубка [2] и указания, как ей пользоваться, побудили многих из нас * заняться электрическими опытами, при проведении которых нами наблюдались некоторые новые, по нашему мнению, явления. Я уведомлю Вас о них в моем очередном письме, хотя они, быть может, и не будут новыми для Вас, поскольку среди множества лиц, повседневно занимающихся постановкой таких опытов по ту сторону океана, вероятно, кое-кто уже сделал подобные же наблюдения. Что касается лично меня, то мне до этого никогда не приходилось проводить исследование, которое столь полно завладело бы моим вниманием и временем; из-за моих занятий опытами, когда мне удается оставаться одному, и воспроизведения их для моих друзей и знакомых, которые, ввиду новизны предмета, толпами приходят посмотреть их, последние несколько месяцев у меня остается мало досуга для прочих дел. Остаюсь и т. д.

В. Франклин.

---

* То есть членов библиотеки, основанной автором в 1730 г. Членам этой библиотеки и был преподнесен подарок.



ПИСЬМО II

Вен. Франклина, Филадельфия,
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

11 июля 1747 г.

Сэр,

В своем последнем письме я уведомлял Вас о том, что при занятиях электрическими опытами мы наблюдали ряд представляющихся нам новыми явлений, о которых я обещал Вам написать, хотя, как я предвижу, они могут быть не новыми для Вас, поскольку электрическими опытами по Вашу сторону океана уже занимается множество людей, и кое-кому из них, вероятно, удалось сделать те же самые наблюдения.

Первое из них заключается в замечательной способности заостренных предметов *извлекать* и *испускать* электрический огонь.

Например, поместите чугунный шар диаметром в три—четыре дюйма на горлышке чистой сухой стеклянной бутылки. Подвесьте на тонкой шелковой нити, прикрепленной к потолку, прямо над горлышком бутылки, небольшой пробковый шарик, величиной с горошину; длина нитки должна быть такой, чтобы пробковый шарик соприкасался с чугунным шаром сбоку. Наэлектризуйте шар, и пробковая горошина отлетит приблизительно на четыре—пять дюймов в зависимости от количества электричества... Если в этом положении приблизить к шару острие длинного тонкого кинжала на расстояние шесть—восемь дюймов, то отталкивание мгновенно прекратится, и пробковая горошина возвратится к шару. Чтобы

добиться такого же действия при помощи тупого предмета, Вам придется подвести его к шару на расстояние до одного дюйма, пока не проскочит искра. Для доказательства того, что электрический огонь *извлекается* острием, выньте нож из деревянной ручки и, закрепив его в палочке сургуча, подведите к шару на такое же расстояние, как и раньше, или даже почти вплотную, и прежнего действия Вы уже не обнаружите; но достаточно провести пальцем по сургучу и коснуться лезвия, как горошина моментально устремится к шару...

Если Вы станете подводить острие к шару в темноте, то увидите, иногда при расстоянии между ними в один фут или даже больше, как острие начинает светиться подобно светлячку; чем менее заострен предмет, тем ближе потребуется подвести его, чтобы увидеть свет, и как только свечение становится заметным, Вы сможете извлечь электрический огонь и уничтожить отталкивание. Если подвешенную пробковую горошину отвести в сторону электрической трубкой и затем быстро поднести к ней острие, хотя бы и на значительное расстояние, то горошина до поразительности скоро устремится обратно к трубке... деревянное острие окажет почти такое же действие, как и железное, если только дерево не будет очень сухим, потому что совершенно сухое дерево, как и сургуч, не проводит электричества.

Чтобы убедиться в том, что острия способны не только *извлекать*, но и *испускать* электрический огонь *, положите длинную острую иглу на шар, и тогда Вы не сумеете наэлектризовать его настолько, чтобы он оттолкнул пробковую горошину... либо прикрепите иглу к концу подвешенного ружейного ствола или железного прутка с таким расчетом, чтобы она выдавалась вперед наподобие крохотного

---

* Об этой способности заостренных тел испускать электрический огонь впервые сообщил мне мой изобретательный друг г-н Томас Гопкинсон [3] (ныне покойный), добродетель и честность которого во всех делах, будь то общественные или житейские, делают навечно память о нем дорогой всем, знавшим его и умевшим ценить его.

штыка *; теперь, пока игла остается на своем месте, наэлектризовать ружейный ствол или пруток посредством подведения трубки с другого конца, чтобы получить искру, не удается, потому что электрический огонь будет непрерывно и тихо стекать с конца иглы. В темноте Вы сможете наблюдать картину наподобие уже упоминавшейся выше.

Отталкивание между пробковой горошиной и шаром уничтожается еще и в следующих случаях: 1) если шар посыпáть мелким песком (отталкивание в этом случае уничтожается постепенно); 2) если подуть на шар; 3) если его окутать дымом горящей лучины **; 4) если осветить шар свечой даже с расстояния в один фут (отталкивание в этом случае пропадает мгновенно)... Свет раскаленного древесного угля или нагретого до красного каления железа оказывает такое же действие, но только на меньшем расстоянии. Дым от кусочка сухой смолы, брошенного на раскаленное железо, не уничтожает отталкивания; он притягивается и шаром и пробковой горошиной, создавая вокруг них красивые образования правильной формы, напоминающие рисунки из «Теории происхождения Земли» Бернета или Уистона.

N. B. Этот опыт следует проводить в чулане с совершенно неподвижным воздухом, в противном случае он может не удаться.

Яркий солнечный свет, длительное время направляемый при помощи зеркала одновременно на пробку и на шар, совсем не влияет на отталкивание. Эта разница между действием света огня и солнца

---

* Этот опыт, поставленный в надежде извлечь с острия, как со своеобразного фокуса, более сильную искру, принадлежит г-ну Гопкинсону. К его удивлению, он не получил никакой или почти никакой искры.

** Мы полагаем, что всякая частичка песка, влаги или дыма, будучи сначала притянута, а затем оттолкнута, уносит с собой дольку электрического огня, которая, однако, сохраняется в этих частицах, пока они не передадут ее куда-нибудь еще. Эта долька в действительности никогда не уничтожается... Точно так же, когда воду льют на обычный огонь, мы не считаем, что тем самым этот элемент уничтожается или исчезает; он лишь распыляется, так как всякая частица воды уносит с собой в виде пара свою долю огня, которую она притянула и присоединила к себе.

представляет собой еще одно явление, кажущееся нам новым и необычным *.

Некоторое время мы держались взгляда, что электрический огонь натиранием не создается, а только собирается, будучи на самом деле элементом, рассеянным среди другой субстанции и притягиваемым ею, в частности водой и металлами. Нам даже удалось обнаружить и показать на опыте его приток к электрической сфере и отток от нее при помощи маленьких легких вертушек, по форме напоминающих колеса ветряной мельницы; их лопасти были сделаны из плотной бумаги и насажены под углом на ось из тонкой проволоки, вокруг которой они свободно вращались. Подобные вертушки с таким же успехом могут иметь форму колес водяной мельницы. Об устройстве и применении таких вертушек, а также о различных наблюдавшихся при этом явлениях можно было бы, если бы я располагал временем, исписать целый лист **. На невозможность наэлектризовать самого себя (даже если стоишь на подставке из воска) путем натирания трубки или извлечь из нее электрический огонь, приблизив ее к человеку или предмету, стоящему на полу, и т. д. мы обратили внимание еще за несколько месяцев до получения остроумной книги г-на Уотсона «Следствие» [5]. Как раз о некоторых подобных новых вещах я и собирался написать Вам... Теперь же мне остается только указать на некоторые особенности, о которых ничего не говорится в этой книге, да дать еще свои пояснения к ним, хотя, пожалуй, вполне можно было бы обойтись и без них.

---

* Эта разница в воздействии вызывается, вероятно, не различной природой света, а скорее тем, что частицы, отделяющиеся от свечи, сначала притягиваются, а затем отталкиваются и уносят с собой электрическую субстанцию, а также и тем, что с разрежением воздуха между светящимся углем или нагретым до красного каления железом и наэлектризованным шаром электрическая жидкость протекает легче.

** Об этих опытах с вертушками мне сообщил мой уважаемый и изобретательный друг г-н Филип Синг [4]; однако позже мы обнаружили, что движение этих вертушек объясняется не притоком или оттоком электрической жидкости, а разными обстоятельствами, связанными с притяжением и отталкиванием (1750).

1. Лицо, стоящее на подставке из воска и натирающее электрическую трубку, равно как и другое лицо, тоже на подставке из воска, извлекающее огонь (при условии, что они стоят не соприкасаясь друг с другом), должны быть оба наэлектризованы по отношению к человеку, стоящему на полу; таким образом, последний почувствует искру при прикосновении к любому из них своим пальцем.

2. Но если лица на воске будут соприкасаться друг с другом при возбуждении трубки, то ни одно из них не будет наэлектризовано.

3. Если же они дотронутся друг до друга после возбуждения трубки и извлечения огня, как об этом говорилось выше, то между ними проскочит более сильная искра, чем между любым из них и человеком, стоящим на полу.

4. После такой сильной искры ни одно из этих двух лиц уже не будет наэлектризовано.

Эти явления мы пытаемся объяснять следующим образом. Предположим, как это уже говорилось, что электрический огонь является распространенным элементом и что все три упоминавшихся выше лица имели равные его доли еще до начала всяких манипуляций с трубкой. Лицо A, стоящее на восковой подставке и натирающее трубку, передает находящийся в нем самом электрический огонь стеклу; сообщению этого лица с окружающими предметами препятствует воск, в связи с чем запасы электрического огня в его теле не могут быть пополнены незамедлительно. Лицо B (тоже стоящее на подставке из воска), проводя пальцем вдоль трубки, приобретает огонь, полученный стеклом от A, а поскольку его сообщение с окружающими предметами также предотвращено, оно сохраняет полученное им дополнительное количество электричества... По отношению к лицу C, стоящему на полу, оба они окажутся наэлектризованными, ибо оно, обладая только средним количеством электрического огня, извлечет искру при приближении к B, у которого имеется избыток, и испустит искру в направлении к лицу A, которое испытывает недостаток электрического огня. Если A и B приблизятся друг к другу, то искра получится сильнее, потому что

разница между ними больше. После такого соприкосновения искра между любым из них и C уже проскочить не может, потому что количество электрического огня во всех трех из них свелось к исходному. Если они соприкасаются при электризации, равновесие при этом не нарушается, так как происходит только циркуляция огня. Отсюда мы вынуждены были ввести некоторые новые термины. Мы говорим, что B (или любой предмет в таких же условиях) наэлектризован *положительно*, а A — *отрицательно*, или, предпочтительнее, B наэлектризован *плюс*, A — *минус*. И мы каждодневно в наших опытах электризуем предметы плюс или минус, как это нам бывает нужно. Чтобы электризовать *плюс* или *минус*, требуется знать лишь только то, что части трубки или шара, которые натираются, притягивают в момент трения электрический огонь и, значит, забирают его из предмета, которым производится натирание; эти же самые части, как только прекратится их натирание, стремятся отдать полученный ими огонь любому предмету с меньшим его количеством. Следовательно, вы сможете осуществить его кругообращение, как это показал г-н Уотсон; вы в состоянии также накапливать его на любом предмете или отводить его из такого предмета, соединив последний с предметом, которым осуществляется натирание, или с приемником при условии отсутствия сообщения с окружающими предметами. Нам думается, что изобретательный джентльмен впал в заблуждение, представив себе (в своей книге «Следствие»), что электрический огонь притек по проволоке с потолка к ружейному стволу, отсюда к шару и таким образом наэлектризовал машину и человека, вращающего колесо, и т. д. Мы же полагаем, что он был *отведен*, а не поступил посредством проволоки и что машина, человек и т. д. были наэлектризованы *отрицательно*, т. е. содержали в себе меньше электрического огня, чем окружающие предметы.

Поскольку корабль вот-вот должен отплыть, я не успею написать Вам столь обстоятельный отчет об американском электричестве, как мне это хотелось бы. Упомяну лишь еще о немногих подробностях. Мы считаем, что банку лучше наполнять не водой, а свинцовой дробью: тогда ее проще нагревать и сохранять нагретой

и сухой во влажном воздухе... При помощи провода банки [6] мы зажигаем спирт... Мы зажигаем только что погашенные свечи, пропуская искру между проводом и нагарником... Мы воспроизводим молнию, перемещая провод в темноте над фарфором с золочеными цветами или прикасаясь им к позолоте рамы зеркала... Мы электризуем человека двадцать с лишним раз подряд прикосновением пальца к проводу. Это делается следующим образом. Он стоит на подставке из воска. Дайте ему в руки наэлектризованную банку. Прикоснитесь пальцем к проводу, а затем к его руке или лицу — всякий раз проскакивает искра *.

Мы в громадной степени увеличиваем силу электрического поцелуя следующим образом. Пусть A и B стоят на воске, или A на воске, а B на полу; дайте в руки одному из них наэлектризованную банку, а другой пусть возьмется за провод, и тогда возникнет небольшая искра. Но если они сблизятся губами, они почувствуют удар и испугаются. То же самое получается, когда другой джентльмен C и лэди D, также стоящие на воске, возьмутся за руки с A и B и подадут друг другу руки для рукопожатия. Мы подвешиваем на тонкой шелковой нитке игрушечного паучка, сделанного из маленького кусочка обожженной пробки, с ножками из льняных нитей и прикрепленными к туловищу одной или двумя свинцовыми дробинками для утяжеления. К столу, над которым подвешен паучок, в вертикальном положении на одной высоте с проводом банки прикрепляется проволока на расстоянии четырех или пяти дюймов от паучка. Затем мы его оживляем, поднося к нему с противоположной стороны на то же расстояние, что и вертикальная проволока, наэлектризованную банку; он тотчас же подлетит к проводу банки, подогнет ноги при соприкосновении, оттолкнется и помчится к проволоке на столе, а затем снова к проводу, весьма забавно шевеля ножками

* Когда из провода извлекается искра, количество электричества в банке уменьшается. После этого наружная часть банки извлечет какую-то его долю из человека с банкой в руках и оставит его в отрицательном состоянии. Теперь, если кто-нибудь дотронется до руки или лица этого человека, последнему возвращается равное количество электричества за счет дотрагивающегося.

и создавая для непосвященных полную видимость живого паучка. В сухую погоду он проделывает такие движения до часа или больше... Мы электризуем в темноте книгу с двойной линией позолоты вокруг обложек, покоящуюся на подставке из воска, и затем дотрагиваемся до позолоты пальцем; всякий раз на всей позолоте, но не на коже, словно молния, вспыхивает огонь; подобной вспышки не возникает, если палец приложить не к позолоте, а к коже. Свои трубки мы натираем оленьей кожей, следя за тем, чтобы это всегда делалось одной и той же стороной и чтобы, во избежание загрязнений, никогда не браться за них руками. Тогда трубки действуют безотказно и легко, не требуя особых усилий с нашей стороны, особенно если их хранить в хорошо подогнанных, плотно закрывающихся картонных футлярах с фланелевой подкладкой *. Об этом я упоминаю только потому, что в европейских книгах по электричеству сплошь да рядом о натирании трубок говорится как об утомительной процедуре. Наши шары закреплены на сквозных железных осях. С одного конца оси имеется небольшая ручка, посредством которой вы поворачиваете шар, как обычный точильный камень. Это, по нашему разумению, очень удобно, так как тогда машина занимает совсем мало места, легко переносится с места на место и может храниться, когда в ней нет надобности, в плотно закрывающемся футляре **. Правда, шар вращается не так быстро, как в случае применения большого колеса, но скорость, как нам думается, играет малую роль, поскольку несколько оборотов шара заряжают банку в достаточной степени.

Остаюсь и т. д.

В. Франклин.

---

* Наши трубки, толщиной в обхват руки, сделаны из зелёного стекла и имеют в длину от 27 до 30 дюймов.

** Эта простая и легкая в изготовлении машина является изобретением г-на Синга.



ПИСЬМО III

Вен. Франклина, Филадельфия,
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

1 сентября 1747 г.

Сэр,

Досадная необходимость переписывать пространные письма, которые, быть может, в момент, когда они попадают в Ваши руки, уже не содержат ничего нового или заслуживающего Вашего внимания (ведь Вы так быстро шагаете вперед в области электричества), наполовину расхолаживает меня писать Вам по этому поводу. Однако я не могу удержаться от того, чтобы не добавить несколько замечаний относительно чудесной банки Мушенбрека.

1. Неэлектрик [7], заключенный в банке, отличается, будучи наэлектризованным, от неэлектрика, наэлектризованного вне банки, в следующем отношении: электрический огонь последнего накапливается *на его поверхности* и образует вокруг него электрическую атмосферу значительной протяженности, электрический же огонь неэлектрика, ограниченного стеклом, сосредотачивается *в его субстанции* *.

2. В то время как провод и верх банки и т. д. электризуются *положительно* (*плюс*), низ банки электризуется в точной пропорции *отрицательно* (*минус*), т. е. какое бы количество электрического

* Эта точка зрения уточняется в пп. 16 и 17 письма IV. Последующие опыты показали, что огонь в банке содержится не в неэлектрике, а в стекле. 1748 г.

огня ни было сообщено верхней ее части, равное же количество утекает из нижней *. Чтобы понять это, представим себе, что во всякой части банки до опыта имеется одинаковое количество электричества, равное 20; пусть при каждом отдельном соприкосновении трубки прибавляется количество, равное 1; тогда после первого соприкосновения количество, содержащееся в проводе и верхней части банки, станет равно 21, а в нижней 19. После второго соприкосновения верх будет иметь 22, низ 18 и т. д. до тех пор, пока после 20 соприкосновений верх не станет иметь 40, а низ ничего. И на этом действие заканчивается, ибо в верхнюю часть ничего больше не добавишь, поскольку ничего нельзя удалить из нижней. Если Вы попытаетесь добавить еще огня, то он переметнется обратно через провод или с громким треском вылетит через бока банки.

3. Равновесие в банке нельзя восстановить путем *внутреннего* сообщения или соединения частей; но это можно сделать, если *снаружи* банки установить сообщение между верхом и низом посредством одновременного прикосновения или подведения к ним того или иного неэлектрика (в этом случае равновесие восстанавливается с невыразимой силой и быстротой); равновесие можно также восстановить поочередным касанием, тогда этот процесс будет протекать постепенно.

4. Подобно тому, как в верхнюю часть банки нельзя добавить еще электрического огня, когда он извлечен из нижней полностью, так и в ненаэлектризованной еще банке никакого электричества не сообщишь верхней части, если его *нельзя* извлечь из нижней; последнее бывает либо когда дно слишком толстое, либо когда банку поставишь на электрик per se [8]. И опять, если банка наэлектризована, то из верхней ее части можно *извлечь* касанием провода очень немного электрического огня, если в то же самое время в нижнюю не может *попасть* равное же количество **. Таким образом, когда

* То, что здесь и дальше говорится о *верхе* и *низе* банки, относится к ее *внутренней* и *наружной* поверхностям, как это и следовало бы формулировать.

** См. предыдущее примечание относительно *верха* и *низа*.

наэлектризованную банку поставить на чистое стекло или сухой воск, то касанием провода не удастся извлечь электричества из верхней части. Поставьте же ее на неэлектрик и дотрагивайтесь до провода, и Вы скоро извлечете электричество, но быстрее всего это достигается прямым соединением, как об этом говорилось выше.

Удивительно, как эти два состояния электричества — *плюсовое* и *минусовое* — сочетаются и уравновешиваются в этой чудодейственной банке! Характер их взаимосвязи непостижим для моего ума! Если бы оказалось возможным в одну часть сосуда заключить какое-то количество сильно сжатого воздуха, а в другой обеспечить абсолютную пустоту, то, как мы знаем, в этом случае равновесие установилось бы мгновенно *внутри*. Здесь же мы имеем дело с банкой, в одно и то же время заключающей в себе *насыщенность* электрическим огнем и полное его *отсутствие*. И несмотря на это, равновесие нельзя восстановить иначе, как при помощи соединения *снаружи*, хотя *насыщенность* с ожесточением стремится к расширению, а голодная пустота, видимо, столь же ожесточенно притягивает к себе, чтобы заполниться!

5. Мгновенное прохождение электричества через организм на его пути из верхней части банки к нижней сопровождается нервным шоком (скорее, пожалуй, конвульсией). Как справедливо замечает г-н Уотсон, электричество выбирает наикратчайший * путь. Однако опыт показывает, что для получения человеком нервного шока соединение с полом необязательно; если он держит в одной руке банку, а другой коснется провода, то он ощутит удар ничуть не слабее, даже когда его ботинки сухи или когда он стоит на воске. При касании провода (или ружейного ствола — что то же самое) электричество течет не от пальца к проводу, как это предполагается, а от провода к пальцу и через организм к другой руке и далее в нижнюю часть банки.

---

* При прочих равных условиях.

Опыты, подтверждающие вышеизложенное

Опыт I

Поставьте наэлектризованную банку на воск и подведите рукой небольшой пробковый шарик на сухой шелковой нитке поближе к проводу, тогда он сначала притянется к нему, а затем оттолкнется. В этом состоянии опустите руку, чтобы шарик оказался внизу банки, где он мгновенно и сильно притянется, пока не отдаст весь свой запас электричества.

Если бы банка, как и провод, имела положительную электрическую атмосферу, наэлектризованная пробка отталкивалась бы и от банки и от провода.

Опыт II

Рис. 1. Пусть с согнутой проволоки *a*, укрепленной на столе, вниз спускается короткая льняная нитка *b* на расстоянии полдюйма от наэлектризованной банки *c*. Дотроньтесь несколько раз пальцем до провода банки, и при каждом таком соприкосновении Вы увидите, что нитка мгновенно притягивается банкой. (Для этого опыта лучше всего воспользоваться графином из-под уксуса или каким-либо другим сосудом, расширенным в нижней части.) Как только Вы отведете огонь из верхней части банки, коснувшись ее провода, ее нижняя часть тут же получит равное количество через нитку.

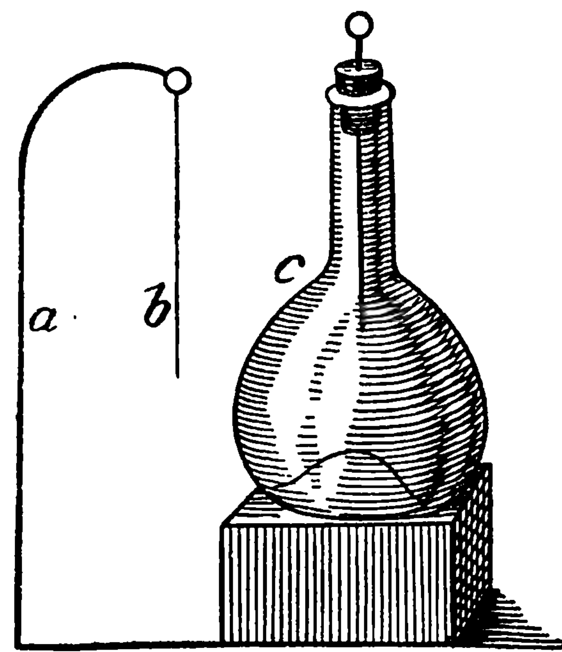


Рис. 1.

Опыт III

Рис. 2. Прикрепите проволоку к свинцовой обкладке *d*, которой снабжена банка внизу, изогнув так, чтобы ее верхний конец *e*, согнутый кольцом, находился на одной высоте с концом или кольцевым закруглением провода, проходящего через пробку *e*, и отстоял от последнего на расстоянии трех—четырех дюймов. Затем наэлектри-

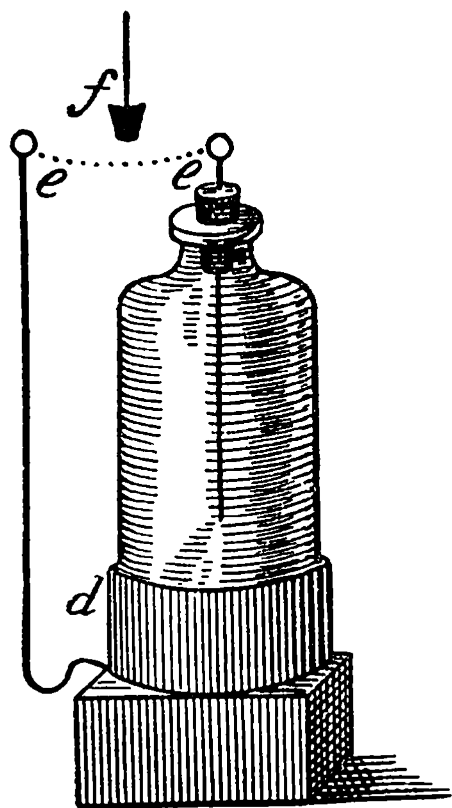


Рис. 2.

зуйте банку и установите ее на восковую подставку. Если между этими двумя проволоками подвесить на шелковой нитке пробку, то она тотчас же станет непрерывно перелетать между ними до тех пор, пока банка не лишится электризации; значит, пробка забирает и уносит из верхней части банки огонь и передает его нижней *, пока не восстановится равновесие.

Опыт IV

Рис. 3. Установите наэлектризованную банку на воск, возьмите проволоку *g*, согнутую в виде буквы *C* с таким расстоянием между ее концами, чтобы ими можно было одновременно касаться провода банки и ее нижней части; закрепите согнутую проволоку посередине в сургучной палочке *h*, которая будет служить ручкой; затем, приложив один конец согнутой проволоки к нижней части банки, подводите постепенно верхний конец к проводу, проходящему через пробку. В результате этого одна искра последует за другой, пока не установится равновесие. Теперь прижмите конец проволоки к верхней части банки, тогда при приближении второго конца к нижней Вы получите непрерывный поток огня из проволоки в банку. Если же оба конца проволоки подвести одновременно к нижней и верхней частям банки, то равновесие установится мгновенно, так как согнутая проволока образует сообщение между ними.

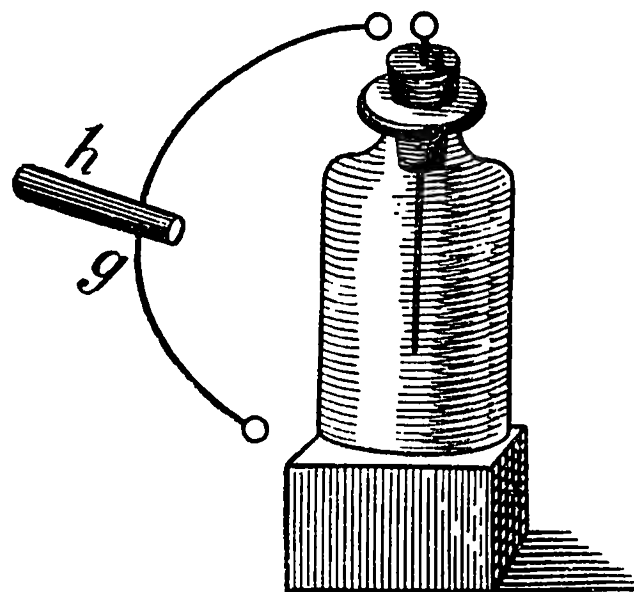


Рис. 3.

* То есть изнутри наружу.

Опыт V

Рис. 4. Пусть кольцо из тонкого листового свинца или бумаги охватывает банку *i* даже на некотором расстоянии от ее дна и пусть от этого кольца вверх идет проволока, где она касается провода *к*, выходящего из банки через пробку. Наэлектризовать банку с таким устройством и нарушить в ней равновесие будет нельзя, потому что наружная проволока образует постоянное сообщение между верхней и нижней частями банки, и огонь только циркулирует — что отводится из нижней части, постоянно пополняется из верхней *. Поэтому невозможно наэлектризовать банку, загрязненную или влажную снаружи вплоть до самой пробки или провода.

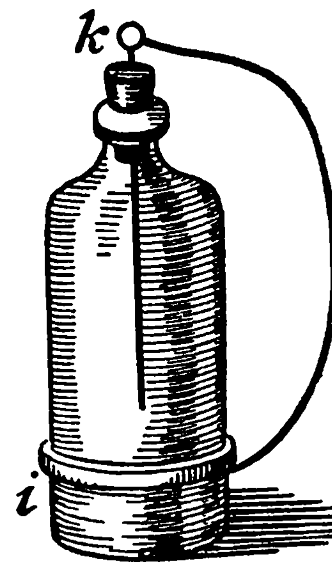


Рис. 4.

Опыт VI

Пусть человек стоит на подставке из воска. Если он теперь станет дотрагиваться до провода наэлектризованной банки, которую держит в руках другой человек, стоящий просто на полу, то всякий раз, как только он прикоснется к этому проводу, он будет электризоваться *положительно*, и всякое другое лицо, стоящее на полу, может извлечь из него искру. Огонь в этом опыте притекает к нему через провод и одновременно поступает через руку к нижней части банки.

Опыт VII

Дайте этому человеку в руки наэлектризованную банку, а сами дотрагивайтесь до провода. Всякий раз, как Вы прикоснетесь к проводу, человек этот будет электризоваться *отрицательно*, получая возможность извлекать искру из любого человека, стоящего на полу. Теперь огонь течет от провода к Вам и от него к нижней части банки.

---

* См. примечание относительно *верха* и *низа* (стр. 17).

Опыт VIII

Положите две книги на два стекла корешками друг к другу с промежутком между ними в два—три дюйма. На одну из них поставьте наэлектризованную банку и дотроньтесь до ее провода; тогда эта книга наэлектризуется *отрицательно*, так как электрический огонь будет извлечен из нее нижней частью банки. Снимите теперь банку с этой книги и, держа ее в руке, прикоснитесь ее проводом к другой книге, тогда последняя наэлектризуется *положительно*, так как огонь потечет к ней по проводу, а банка в то же самое время пополнится через Вашу руку. Небольшой пробковый шарик на нитке будет перелетать от одной книги к другой, пока не восстановится равновесие.

Опыт IX

Если какой-нибудь предмет наэлектризовать *положительно*, то он станет отталкивать положительно наэлектризованное перышко или небольшой пробковый шарик. Если же предмет наэлектризован *отрицательно* (или находится в нормальном состоянии), то он станет притягивать их, причем в первом случае из-за большей разности сильнее, чем во втором.

Опыт X

Человек, стоящий на подставке из воска, как при проведении опыта VI, может электризоваться несколько раз путем неоднократного дотрагивания до провода наэлектризованной банки (которую держит в руках другой человек, стоящий на полу) за счет поступления огня от провода при каждом таком прикосновении. Но когда он держит банку в своих руках и дотронется до ее провода, никакого электричества в нем не сохранится, хотя он извлечет сильную искру и ощутит резкий удар, потому что огонь только перетечет через него из верхней части банки в нижнюю. Проследите за тем, чтобы еще до удара кто-нибудь из стоящих на полу прикоснулся к нему

для восстановления равновесия в его теле, потому что, берясь за дно банки, он иногда немного электризуется *отрицательно*, что должно сохраниться и после удара. Это верно также и в отношении любого количества *положительного* электричества, которое человек может приобрести от удара. Ведь восстановление равновесия в банке никоим образом не отражается на электричестве в человеке, через которого течет огонь; это электричество и не увеличивается и не уменьшается.

Опыт XI

Перетекание электрического огня из верхней части банки в нижнюю * при восстановлении равновесия можно сделать отчетливо видимым посредством следующего изящного опыта. Возьмите книгу, по краю обложки которой проходит рамка золотого тиснения; придайте проволоке длиной 8—10 дюймов форму, как показано на рис. 5, и прикрепите ее к краю обложки над этой рамкой так, чтобы она плотно прилегала здесь к рамке, но постепенно отходила от нее по дуге к другому краю книги. Положите книгу на стекло или воск **, а с другого конца рамки с тиснением поставьте наэлектризованную банку. Затем пригибайте пружинящую проволоку, нажимая на нее кусочком воска, до тех пор, пока ее конец не коснется провода банки. Тогда мгновенно проскочит сильная искра, а вся линия позолоты, замыкающая сообщение верхней части банки с нижней,

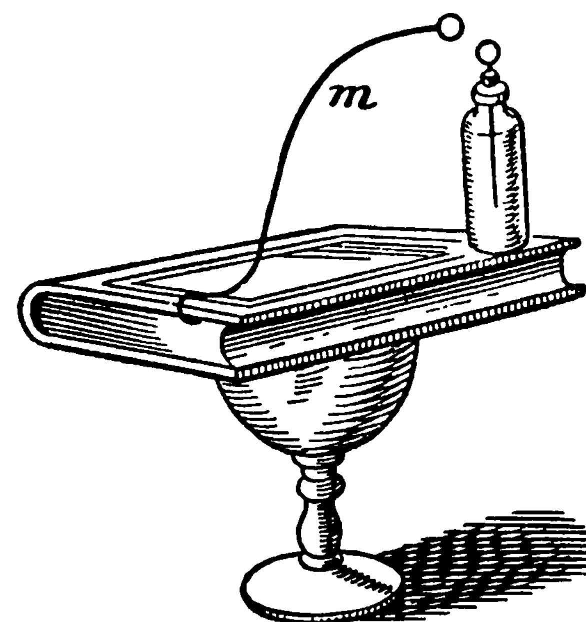


Рис. 5.

* То есть *изнутри наружу*.

** Класть книгу на стекло или воск совсем не обязательно для того, чтобы сделать прохождение тока видимым. Это делается только для того, чтобы показать, что видимое электричество не притекает через окружающие предметы из земли.

засветится как самая яркая молния. Чем плотнее соприкосновение между куском проволоки и линией позолоты на одном краю и между дном банки и позолотой на другом, тем больше должен быть успех опыта. В комнате должно быть темно.

Если Вам хочется, чтобы засветилась сразу вся рамка вокруг обложки, проволоку прикрепите на одном углу книги, а банку поставьте в другом, противоположном по диагонали углу.

Остаюсь и т. д.

В. Франклин.



ПИСЬМО IV

Вен. Франклина, Филадельфия,
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

1748 г.

Дальнейшие опыты и наблюдения над электричеством.

Сэр,

1. Если Вы будете придерживаться одной рукой за крюк наэлектризованной банки, а другой дотронетесь до ее обкладки, то Вы ощутите такой же взрыв и удар, как и в том случае, когда будете держаться одной рукой за обкладку, а другой дотронетесь до крюка.

2. Для того чтобы можно было безопасно взять заряженную банку за крюк, не уменьшая при этом ее силы, ее следует сначала установить на электрик per se.

3. Банка наэлектризуется с одинаковой силой как тогда, когда, взяв ее за крюк, подвести обкладкой к шару [9] или к трубке, так и тогда, когда, держась за ее обкладку, прикоснуться к ним крюком *.

4. Но направление электрического огня, будучи разным при заряжении, останется разным и при взрыве. Банка, заряженная через крюк, разрядится только через крюк; банка, заряженная

* Это открытие принадлежит весьма изобретательному г-ну Киннерслею [10], который сообщил мне о нем.

через обкладку, разрядится не иначе как через обкладку, потому что огонь должен вытечь по тому же пути, по которому он притек.

5. Чтобы доказать это, возьмите в каждую руку по банке, которые были одинаково заряжены через крюки, и подведите последние на близкое расстояние друг к другу; никакой искры и никакого удара в этом случае не последует, потому что каждый крюк предрасположен лишь отдавать огонь, а не приобретать его. Установите одну из этих банок на стекло, возьмите ее за крюк и поднесите ее обкладкой к крюку другой. Теперь раздастся взрыв с ударом, и обе банки разрядятся.

6. Измените условия этого опыта, одинаково зарядив обе банки, но одну из них через крюк, а другую через обкладку; возьмите за обкладку ту банку, которая разряжалась через крюк, а другую, заряженную через обкладку, возьмите за крюк; подведите крюк первой к обкладке второй, и никакой искры или удара не последует. Поставьте на стекло банку, которую вы держали за крюк, и затем, взяв ее за обкладку, приблизьте крюк одной к крюку другой. Теперь последует искра с ударом, и обе банки разрядятся.

В этом опыте банки разрядятся полностью, т. е. равновесие внутри их восстановится. *Избыток* огня в одном из крюков (или, вернее, на внутренней поверхности этой банки) в точности равен *недостатку* в другом; и, значит, поскольку в каждой банке есть как свой *избыток*, так и *недостаток*, первый должен быть равен второму в любой банке (см. пп. 8, 9, 10, 11). Но если человек, держащий в своих руках две банки, одна из которых полностью наэлектризована, а другая не наэлектризована вообще, приведет их в соприкосновение крюками, он почувствует половинный удар, а банки после этого останутся наэлектризованными наполовину: одна наполовину разрядится, а другая наполовину зарядится.

7. Поставьте на стол две одинаково заряженные банки на расстоянии пяти—шести дюймов одна от другой. Подвесьте между ними на шелковой нитке пробковый шарик. Если обе склянки заряжались через крюки, то пробка после притяжения к одной и отталкивания от нее ни притягиваться к другой, ни отталкиваться от нее уже

не будет. Но если одна банка была заряжена через крюк, а другая через обкладку *, то шарик, оттолкнувшись от одного крюка, будет сильно притянут другим и начнет энергично перелетать от одного к другому, забирая электрическую жидкость у одного и перенося ее на другой, пока обе банки почти полностью не разрядятся.

8. Когда мы употребляем слова «зарядить» и «разрядить» банку, то говорим это по привычке и из-за отсутствия других более подходящих слов. Ведь мы же придерживаемся взгляда, что после так называемого *заряжения* электричества в банке на самом деле стало не больше, чем было раньше, и не меньше после ее *разряжения*, если не считать только той маленькой искры, которая могла проскочить с неэлектрика или на неэлектрик при удалении последнего от банки, но такая искра может даже не составить и одной двадцатой доли того, что называется взрывом.

Ведь если бы при взрыве электрический огонь утекал из одной части банки и не притекал в нее опять через другую, тогда человек, стоящий на подставке из воска и держащий банку в одной руке, должен был бы при проскакивании искры, когда он дотрагивается другой рукой до крюка, *зарядиться* сам, а банка должна была бы *разрядиться*, т. е. сколько огня терялось бы банкой, столько же должно было бы быть приобретено человеком, поскольку путей для исчезновения огня нет. Однако в действительности верно обратное.

9. Кроме того, банку нельзя, так сказать, *зарядить*, если из нее по одному пути не утечет столько же огня, сколько притечет в нее по другому. Банку не удастся зарядить, когда она стоит на восковой подставке или подвешена на первичном проводнике, если не создать сообщения между ее обкладкой и полом.

---

* Чтобы удобнее было заряжать банку через обкладку, поставьте ее на стеклянную подставку и установите одно сообщение между первичным проводником [11] и обкладкой, а другое между крюком и стеной или полом. Когда банка зарядится, устраните последнее сообщение еще до того, как взяться за банку, иначе бóльшая часть огня исчезнет через это сообщение.

10. Но подвесьте к первичному проводнику две или три банки — одна в хвост другой так, чтобы проволока от последней уходила к полу, и тогда при одинаковом числе оборотов колеса все они зарядятся одинаково и каждая из них в отдельности так, как будто бы заряжалась только одна эта банка. То, что утекает из хвостовой части первой, заряжает вторую; то, что утекает из второй, заряжает третью и т. д. Этим путем можно было бы зарядить множество банок с затратой одного и того же усилия и так же высоко, как и в случае с одной банкой, если бы каждая банка, получая новый огонь и теряя свой старый, не делала это с некоторой неохотой или, скорее, оказывая некоторое небольшое сопротивление заряжению, которое для совокупности всех банок приближается к заряжающей силе и тем самым отталкивает огонь обратно на шар с силой, кратной силе одной банки.

11. Когда банка заряжается обычным путем, ее *внутренняя* и *наружная* поверхности готовы к тому, чтобы одна отдала огонь через крюк, а другая получила его через обкладку; одна полна и готова отдать, а другая пуста и крайне голодна; тем не менее, как первая не *отдаст*, пока другая не сможет одновременно *получить*, так и последняя не получит, пока первая одновременно не отдаст. Если оба действия могут проходить одновременно, то делается это с непостижимой уму быстротой и силой.

12. Так упругая пластинка (правда, это сравнение годится с некоторыми ограничениями), если ее насильно согнуть, должна для своего распрямления сократить ту сторону, которая подверглась растяжению при изгибании, и растянуть ту, которая была при этом сжата; если воспрепятствовать одной из этих двух операций, другая становится невыполнимой. Но о пружине не говорят, что она *заряжается* упругостью при изгибании и *разряжается* при выпрямлении; присущее пружине количество упругости всегда остается одним и тем же.

13. Стекло подобным же образом заключает внутри своей субстанции всегда одно и то же количество электрического огня — весьма большое количество в пропорции с массой стекла, как это будет показано дальше.

14. Это соразмерное своей массе количество электричества стекло прочно и упорно сохраняет; оно не может стать больше или меньше даже при изменении своего размещения и расположения, т. е. мы можем забрать часть огня с одной стороны стекла только при условии, что подведем равное количество к другой.

15. И все же после подобного изменения расположения электрического огня в стекле, когда часть огня изъята с одной стороны, а часть придана другой, электричество не будет в покое или в своем естественном состоянии, пока не будет восстановлено исходное равновесие... А такое восстановление нельзя осуществить через субстанцию стекла; для этого требуется наружное сообщение одной поверхности с другой через посредство неэлектрика.

16. Таким образом, вся сила банки и способность к удару заключается *в самом стекле*; а неэлектрики в соприкосновении с двумя поверхностями служат только для отвода и подвода огня к разным частям стекла, т. е. чтобы *давать* одной стороне и *забирать* у другой.

17. У нас это было открыто следующим образом. Намереваясь исследовать наэлектризованную банку, чтобы установить, где скрыта ее сила, мы поместили ее на стекло и вынули пробку с проводом, которая в этих целях была заткнута слабо. Затем, взяв банку в одну руку и поднеся палец другой к ее горловине, мы извлекли из воды сильную искру со столь же сильным ударом, как если бы провод оставался на своем месте, а это показало, что сила скрывается не в проводе. После этого в целях выяснения, не находится ли электричество в уплотненном и сконденсированном виде, как нам это раньше думалось, в воде, ограниченной стенками из стекла, мы опять наэлектризовали банку и, поставив ее на стекло, вынули из нее, как и раньше, провод с пробкой; затем всю воду из банки мы перелили в пустую бутылку, которая тоже стояла на стекле. Мы считали, что если сила скрывается в воде, то при прикосновении к бутылке мы получим удар, но никакого удара не последовало. Отсюда мы сделали вывод, что эта сила либо была потеряна при переливании, либо же осталась в банке. Верным оказалось, как мы

установили, последнее, потому что при испытании этой банки последовал удар, хотя в нее мы налили новую ненаэлектризованную воду из чайника... Чтобы выяснить затем, присуще ли это свойство стеклу только как стеклу или же здесь что-то привносится и формой, мы взяли кусок стекла и, положив его на ладонь, прикрыли сверху пластинкой свинца и, наэлектризовав последнюю, поднесли к ней палец, в результате чего последовала искра с ударом. Потом мы взяли две одинаковые пластинки свинца, размером на два дюйма короче стекла с каждого края, и наэлектризовали стекло между пластинками путем электризации верхней пластинки. Затем разобщили стекло со свинцом, убрав тем самым то небольшое количество огня, которое могло находиться в свинце; при прикосновении теперь пальцем к стеклу на наэлектризованной площади ощущались лишь очень слабо покалывающие искры, но зато можно было получить множество таких искр на разных местах стекла. Теперь, умело поместив опять стекло между свинцовыми пластинками и замкнув цепь между двумя поверхностями, мы получили сильный удар... Это показало, что сила находится в стекле как таковом и что соприкасающиеся неэлектрики, подобно якорю магнита, служат только для сосредоточения силы разных частей воедино и подведения ее сразу к нужному месту. Свойство неэлектрика заключается в том, что все тело мгновенно получает или отдает тот электрический огонь, который подводится к его частям или же забирается у них.

18. После этого мы изготовили то, что было названо нами *электрической батареей*. Она состояла из одиннадцати больших оконных стекол с приклеенными с каждой стороны стекла тонкими свинцовыми пластинками. Стекла, помещаемые вертикально одно за другим и удерживаемые посредством шелковых шнуров на расстоянии двух дюймов друг от друга, были снабжены с каждой стороны по одному отвесному крюку из толстой свинцовой проволоки на некотором расстоянии друг от друга с удобными сообщениями из проволоки и цепочки с отдающей стороны одного стекла к получающей стороне другого, что позволяло заряжать все устройство одновременно и с тем же усилием, что и одно единственное стекло;

другое приспособление позволяло соединять отдающие стороны после заряжения с одной длинной проволокой, а получающие с другой, так что эти две проволоки создавали возможность направлять мгновенно силу всех пластин стекла через организм любого животного, образующего цепь с ними. Пластины можно было также разряжать по отдельности или же совместно в любом требуемом числе. Эта машина, однако, мало используется, так как она не вполне отвечает нашим замыслам в отношении легкости заряжения по той причине, которая была изложена в п. 10. Помимо того, мы изготовляли из больших оконных стекол волшебные картины и самодвижущиеся живые колеса, которые будут описаны ниже.

19. Я узнал из недавно полученной последней остроумной книги г-на Уотсона, что д-р Бевис [12] еще до нас пользовался для получения искры оконным стеклом *, хотя еще до того, как эта книга попала к нам в руки, я думал сообщить Вам об этом как о новинке. Оправданием тому, что я касаюсь здесь этого вопроса, служит то, что мы ставили этот опыт по-разному, пришли к различным выводам из него (ведь г-н Уотсон все еще как будто считает, что огонь собирается на неэлектрике, находящемся в соприкосновении со стеклом; стр. 72) и, насколько нам это пока известно, провели этот опыт глубже.

20. Волшебная картина ** делается следующим образом. Возьмите большую гравюру в рамке со стеклом, скажем, портрет короля (Боже, храни его!), выньте ее из рамки и вырежьте из нее по всему наружному краю кайму шириной около двух дюймов. Если разрез придется через портрет, это дела не испортит. Жидким клеем или гуммиарабиком приклейте осторожно, плотно прижимая, вырезанную кайму к внутренней стороне стекла; затем хорошо позолотите оставшееся свободное пространство на стекле листочками золота или латуни. Позолотите таким же образом внутренний край спинки рамки

* Позднее мне стало известно, что первым использовал оконное стекло в этих целях г-н Смитон.

** Изобретенная г-ном Киннерслеем.

кругом, кроме ее верхней части, и обеспечьте соединение между этой позолотой и позолотой за стеклом; теперь вставьте дощечку, и с этой стороной картины все будет закончено. Переверните стекло и позолотите его переднюю часть точно напротив позолоты с задней стороны и, дав ей высохнуть, приклейте к стеклу с передней стороны стекла вырезанную часть гравюры, обеспечив точное совпадение частей гравюры по линии разреза так, чтобы картина казалась единым целым, как и раньше, хотя теперь часть картины будет находиться под стеклом, а другая часть на стекле. Держа картину в горизонтальном положении за верх, прикрепите к голове короля небольшой съемный венец из позолоты. Если теперь картину умеренно наэлектризовать и заставить кого-либо взяться одной рукой за рамку, пальцами руки касаясь позолоты с внутренней стороны, а другой попытаться снять венец, то этот человек, ощутив ужасный удар, не сумеет сделать этого. Если картина была бы заряжена сильно, то последствие могло бы быть столь же роковым *, как и возмездие за государственную измену, ибо, когда посредством проволоки извлекается искра через десть бумаги, положенной на портрет, то раздается громкий треск и в каждом из 48 листов бумаги появляется большая дыра, хотя десть бумаги может служить надежной защитой против удара кинжалом или даже пистолетной пули. Человек же, который держит картину, чтобы предотвратить ее падение, за верхнюю часть, где спинка рамки не имеет позолоты, никакого удара не испытывает и может дотрагиваться до лица портрета без всякой опасности, что можно представить как доказательство его благонадежности. Если удар воспринимается цепочкой лиц, взявшихся за руки, то опыт называют *заговорщики*.

21. На основе принципа, изложенного в п. 7, предполагающего, что крюки различно заряженных банок будут по-разному притягивать и отталкивать, делается электрическое колесо, вращающееся со значительной силой. На небольшой вертикальный деревянный

* После мы установили, что удар носит роковой характер только для мелких животных. Самое крупное существо, которое нам удалось умертвить, была курица. 1750 г.

валик под прямым углом насаживается тонкий картонный круг диаметром около двенадцати дюймов. На нижнем конце вала укрепляется железное острие, на котором он может вращаться. Прочный провод, проходящий через маленькое отверстие в тонкой латунной пластинке, удерживает вал в строго вертикальном положении. К кругу в радиальном направлении прикрепляется около тридцати узких полос из оконного стекла равной длины так, чтобы их наружные концы выступали за край и чтобы расстояние между ними в точке наибольшего удаления от центра составляло около четырех дюймов. На краю каждой такой полоски прикрепляется латунный наперсток. Если теперь к наружному краю круга приблизить провод наэлектризованной обычным способом банки, то тот притянет ближайший наперсток и приведет круг во вращение; на этот наперсток, когда он будет проходить мимо провода, проскочит искра и, следовательно, он, наэлектризовавшись, станет отталкиваться и тем самым двигаться дальше, тогда как притягиваемый второй наперсток приблизится в свою очередь к проводу, извлечет искру и, наэлектризовавшись, последует за первым и т. д., пока колесо не сделает полный оборот и пока ранее наэлектризованные наперстки при новом приближении к проводу будут уже не притягиваться, как на первых порах, а отталкиваться, быстро приостанавливая вращение...

Но если теперь к этому кругу приблизить другую банку, заряженную через обкладку, то ее провод станет притягивать наперсток, отталкиваемый проводом первой банки, и тем самым удвоит силу вращения колеса. Таким образом, провод второй банки, забирая у наперстков не только огонь, сообщенный им первой банкой, но и часть присущего им от природы огня, приведет к тому, что наперстки при возвращении к первой банке будут уже не отталкиваться, а притягиваться с еще большей, чем прежде, силой, в результате чего колесо ускорит свой ход, пока не разовьет большую скорость, до двенадцати—пятнадцати оборотов в минуту, и не приобретет такую силу, что даже нагрузка в виде ста монет, достоинством в один испанский доллар, как мы это однажды проделали, как будто нисколько

не затормозила вращения колеса. Это устройство называется электрическим вертелом, и если на верхний конец вала насадить крупную птицу, то вал будет вращать ее над пламенем со скоростью, подходящей для приготовления жаркого.

22. Но это колесо, наподобие колес, приводимых в движение ветром, водой или грузом, вращается посторонней силой, а именно силой банок. Большее удивление вызывает самодвижущееся колесо, хотя оно и устроено на тех же основах. Колесо вырезается из тонкого оконного стекла в виде круга, диаметром семнадцать дюймов, сплошь хорошо позолоченного с обеих сторон, за исключением наружного края шириной в два дюйма. Затем по середине круга с обеих сторон, строго друг против друга, приклеиваются два небольших деревянных полушария с прикрепленными к ним в вершине по центру двумя прочными проволоками, длиной по восемь—десять дюймов, которые служат осью колеса.

Колесо вращается в горизонтальном направлении вокруг острия нижнего конца оси, упирающегося в латунную пластинку, которая закреплена внутри стеклянной солонки. Верхний конец оси колеса проходит через отверстие в тонкой латунной пластинке, приклеенной к длинному куску прочного стекла, который удерживает ось на расстоянии шести—восьми дюймов от какого бы то ни было неэлектрика. Верхний конец оси снабжен небольшим шариком воска или металла для сохранения электрического огня внутри. На столе, который поддерживает колесо, по окружности укрепляются двенадцать небольших стеклянных колонок с латунными колпачками приблизительно на расстоянии четырех дюймов друг от друга.

На краю колеса прикрепляется небольшая свинцовая пуля, соединенная проводом с позолотой на *верхней* стороне колеса, а на расстоянии около шести дюймов от нее подобным же образом прикрепляется такая же пуля, но соединенная с позолотой на *нижней* стороне колеса. Если колесо предполагается зарядить с верхней стороны, то нижняя его сторона должна быть соединена со столом. Если теперь хорошо зарядить колесо с верхней стороны, то оно начнет вращаться; пуля станет перемещаться к колпачку на бли-

жайшей колонке и, проходя мимо, электризует его и затем отталкивается от него; следующая пуля, будучи соединена с противоположной стороной стекла, будет притягиваться к этому колпачку еще сильнее, поскольку его до этого наэлектризовала первая пуля; и таким образом колесо станет набирать скорость до тех пор, пока это позволяет сопротивление воздуха. Колесо будет вращаться в течение получаса со скоростью двадцать оборотов в минуту, что даст всего шестьсот оборотов; пуля с верхней стороны круга дает при каждом обороте по двенадцати искр, т. е. всего семь тысяч двести искр, тогда как пуля с нижней стороны получит такое же число искр от колпачков. Сами пули за это время проделают путь длиной около двух с половиной тысяч футов... Колпачки должны быть укреплены прочно и строго по кругу, чтобы пули могли проходить на очень малом расстоянии от каждого из них. Если вместо двух пуль предусмотреть восемь в две группы по четыре с поочередным присоединением к верхней и нижней сторонам колеса, так что расстояние между пулями по окружности составит около шести дюймов, то сила и скорость вращения значительно возрастут, и колесо станет делать до пятидесяти оборотов в минуту. Правда, теперь оно не сможет вращаться долго. Такие колеса, вероятно, можно было бы использовать в курантах * или для вращения небольших планетариев.

23. Возьмите небольшую согнутую полукольцом проволоку с небольшой петлей на каждом ее конце и, прижав один ее конец к нижней поверхности колеса, подводите другой к верхней, тогда раздастся громкий треск, и сила разрядится.

24. Всякий раз извлеченная таким образом с поверхности колеса искра будет оставлять круглую дыру в позолоте, что свидетельствует о том, что огонь собирается не на позолоте, а пребывает в самом стекле.

25. Если позолоту покрыть скипидарным лаком, то как бы сух и тверд ни был слой лака, все же искра, прошедшая через него,

* Впоследствии это было успешно осуществлено г-ном Киннерслеем.

будет сжигать его, издавая сильный запах и оставляя видимые следы дыма. А если искра проходит через бумагу, то вокруг проделанного ею отверстия будет копоть, иногда распространяющаяся на несколько листов бумаги. Кроме того, удар с силой загоняет в такое отверстие в бумаге часть сорванной им позолоты.

26. Удивительно, как в маленьком кусочке стекла может содержаться огромная электрическая сила. Тонкий стеклянный шар диаметром около одного дюйма и весом всего шесть гран, если его наполовину наполнить водой и частично покрыть с наружной стороны позолотой и снабдить проволочным крюком, дает при электризации такой удар, который человек едва выдерживает. Поскольку толщина стекла у выводного отверстия была наибольшей, мне думается, что нижняя половина шара, которая, будучи покрыта позолотой, подвергалась электризации и давала искру, не превосходила по весу двух гран, потому что она оказалась, после того как шар был разбит, много тоньше верхней. Если такую банку из тонкого стекла наэлектризовать через обкладку и извлечь через позолоту искру, то она пробьет стекло во внутрь и одновременно прорвет позолоту наружу.

27. Раз мы считаем (по изложенным ранее причинам; пп. 8, 9 и 10), что после заряжения в банке имеется столько же электрического огня, сколько его было до того, то какое же огромное его количество содержится в этом маленьком кусочке стекла! Видимо, электрический огонь представляет собой самоё субстанцию стекла или его сущность. Не исключено, что если из стекла удалить присущее ему количество электрического огня, столь упорно удерживаемого стеклом, то последнее перестанет быть стеклом и утратит либо свою прозрачность, либо хрупкость, либо упругость... В будущем, видимо, будут изобретены опыты, которые установят все это.

27 [13]. Мы были удивлены сообщением в книге г-на Уотсона о передаче удара через значительную толщу сухой земли и подозреваем, что гравий в этой земле обладал какими-то качествами металла; мы установили, что обычная сухая земля, утрамбованная в стеклянной трубке, открытой с обоих концов, где в землю с каждой стороны

втыкался проволочный крюк для образования цепи, неспособна передать даже еле ощутимый удар; и действительно, когда один провод был наэлектризован, другой обнаруживал только едва заметные признаки соединения с ним *. Даже хорошо смоченная бечева иногда не передает удара, хотя вообще она хорошо проводит электричество. Сухой кусок льда или ледяная сосулька в цепи также предотвращает удар, чего нельзя было ожидать, так как вода отлично передает его... Позолота на новой книге на первых порах весьма хорошо передает удар, но примерно после десятка опытов перестает передавать его, хотя в остальном она остается как будто без изменений, причину чего мы не можем себе уяснить **.

28. Существует еще один опыт, вызывающий у нас удивление и остающийся до сих пор без удовлетворительного объяснения. Речь идет вот о чем. Положите чугунный шар на стеклянную подставку и подвесьте кусочек влажной пробки на шелковой нитке так, чтобы он прилегал к шару. Возьмите в каждую руку по банке, одна из которых наэлектризована через провод, а другая — через обкладку. Приложите отдающий провод к шару, что наэлектризует его *положительно*, и пробка оттолкнется от шара. Теперь дотроньтесь до шара получающим проводом, который извлечет из него искру, переданную первым проводом, и пробка вернется к шару. Приложите опять к шару этот же провод и извлеките из него еще одну искру, в результате чего шар наэлектризуется *отрицательно*, и пробка в этом случае оттолкнется точно так же, как и раньше. Затем приложите к шару отдающий провод и передайте нужную ему искру,

---

* Не исключено, что земля никогда не бывает настолько сухой.

** Впоследствии мы установили, что позолота переставала проводить после одного разряда большой банки, потому что непрерывность позолоты нарушалась, а многие ее частицы рассеивались. Поэтому электричество не могло проходить через оставшуюся часть позолоты без перескоков в ряде мест через воздух, который всегда оказывает сопротивление движению этой жидкости, в чем, вероятно, и скрывалась причина того, что позолота стала хуже проводить: число разрывов по линии позолоты в совокупности образовывало большее пространство, чем ударное расстояние.

тогда пробка вернется назад. Сообщите шару еще одну искру, которая будет избытком сверх его природного количества, и пробка снова оттолкнется. Эти опыты можно повторять до тех пор, пока в банках остается какой-то заряд. Это показывает, что предметы с недостатком электричества по сравнению с обычным состоянием отталкивают друг друга точно так же, как и предметы с его избытком.

Немного досадно, что до сих пор мы еще не сумели сделать ничего полезного для человечества в этом направлении. А поскольку наступает жаркая погода, когда электрические опыты доставляют мало удовольствия, мы думаем покончить с ними на данный сезон, завершив все довольно забавным пикником на берегах реки Скулкилл *. Искра, переданная с одного берега реки на другой без какого-либо проводника, кроме воды, зажжет одновременно на обоих берегах спиртовки. Этот опыт к изумлению многих видевших его мы уже проделали некоторое время тому назад **. Индейка к нашему

* Река, омывающая Филадельфию с одной стороны, как Делавэр с другой. Оба берега украшены летними резиденциями горожан и привлекательными особняками видных людей этой колонии.

** Поскольку возможность осуществления такого опыта не совсем очевидна, я опишу его здесь. Два железных прутка, длиной около трех футов, укрепляются у самой воды на противоположных берегах реки друг против друга. Толстый кусок проволоки, снабженный с одного конца небольшим шариком, прикрепляется к верхушке одного из них, свисая таким образом, чтобы удобнее было направить искру на поверхность спирта. Тонкая проволока, прикрученная одним концом к ручке ложки со спиртом, была переброшена через реку и поддерживалась над водой паромным канатом. Другим концом этой проволоки была обвязана обкладка банки, при заряжении которой искра из крюка проскакивала к верхушке прутка, воткнутого на этом берегу реки. Одновременно с этим пруток на другом берегу давал искру в ложку со спиртом, зажигавшую последний. Электрический огонь возвращался к обкладке банки через ручку ложки и подвешенную проволоку, соединявшую их.

То, что электрический огонь таким образом фактически проходит через воду, впоследствии было убедительно показано г-ном Киннерслеем, осуществившим опыт с передачей его через воду на расстояние около десяти футов. Рука, погруженная в воду в направлении искры (которая, если она обладает достаточной силой, всегда выбирает при прочих равных условиях самый прямой и самый короткий путь), ощущала удар и прохождение через нее искры.

ужину будет умерщвлена *электрическим ударом* и зажарена на *электрическом вертеле* огнем, зажженным *наэлектризованной банкой*, мы выпьем за здоровье всех известных физиков Англии, Голландии, Франции и Германии из *наэлектризованных бокалов* * под салют из орудий, стреляющих от *электрической батареи*.

* Наэлектризованный бокал представляет собой тонкостенный стеклянный стаканчик, почти доверху наполненный вином и электризуемый как банка. Если его спокойно и не дыша на вино поднести у губам, то почувствуешь удар.



ПИСЬМО V [14],

содержащее наблюдения и предположения, сделанные для разработки новой гипотезы в целях объяснения ряда явлений при грозовых бурях *

Сэр,

1. Неэлектрические предметы, внутрь которых был передан электрический огонь, будут сохранять его до тех пор, пока другие неэлектрики с меньшим количеством такового не окажутся поблизости от первых, и тогда он передается с треском и распределяется поровну.

2. Электрический огонь любит воду, сильно притягивается к ней, и они могут существовать вместе.

3. Воздух сам по себе является электриком per se и в сухом состоянии не проводит электрический огонь; он не может ни приобретать электричество, ни отдавать его другим предметам; в противном случае ни одно тело, окруженное воздухом, нельзя было бы электризовать ни положительно, ни отрицательно: при попытке наэлектризовать какой-либо предмет положительно воздух немедленно забрал бы избыток или пополнил бы недостаток при попытке электризовать отрицательно.

4. Если вода наэлектризована, то пар, поднимающийся из нее, тоже должен быть наэлектризован и, перемещаясь в воздухе в форме облака или в каком-либо другом виде, будет сохранять это количество электрического огня, пока не встретится с другими облаками

---

* Грозовые бури представляют собой внезапные налеты туч с громом и молнией, которые обычно длятся недолго, но иногда причиняют большой ущерб.

или предметами, наэлектризованными меньше, и не передаст его, как об этом говорилось выше.

5. Всякая частица наэлектризованного вещества отталкивается любой другой частицей, одинаково с ней наэлектризованной. Так, струя фонтана, сплошная и непрерывная в естественном состоянии, будет, если ее наэлектризовать, разделяться и расходиться в виде метелки, и любая капля будет стремиться отойти от каждой прочей капли. Но, отдав электрический огонь, они опять сольются друг с другом.

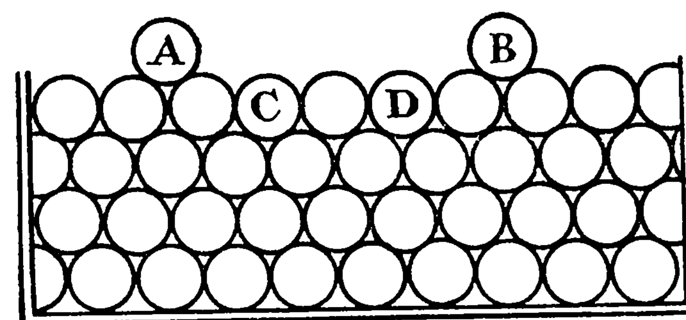


Рис. 6.

6. Если воду сильно наэлектризовать (например при нагревании на обычном огне), то она станет обильнее подниматься в виде пара, потому что силы сцепления между ее частицами значительно ослабляются противоположными силами отталкивания, привносимыми электрическим огнем, и если та или иная частица каким-либо путем высвобождается, то она немедленно отталкивается и, значит, улетает в воздух.

7. Частицам, случайно оказавшимся в местах A и B (рис. 6, изображающий разрез сосуда с водой), легче оторваться от воды, чем частицам C и D, так как каждая из них удерживается только тремя соседними частицами, тогда как каждая из частиц C и D находится в соприкосновении с девятью другими. Если поверхность воды находится хотя бы в малейшем движении, то ее частицы непрерывно выталкиваются в положения A и B.

8. Трение неэлектрика об электрик per se порождает электрический огонь, но не путем его *создания*, а путем *собирания*, ибо он равномерно рассеян в стенах, в полах, в почве и во всей массе обычной материи. Так, вращение стеклянного шара, когда к нему прижата подушка, извлекает огонь из подушки, которая пополняет свои запасы за счет станины машины, а последняя за счет пола, на котором она покоится. Прервите эту связь, поместив кусок толстого стекла или воска под подушку, и никакого огня тогда не *породить*, потому что его нельзя будет собрать.

9. Океан представляет собой смесь воды, являющейся неэлектриком, и соли, т. е. электрика per se.

10. Если существует трение частиц около поверхности воды, то электрический огонь собирается за счет нижележащих слоев. В этом случае его можно ясно видеть ночью; он появляется на носу и в волнах за кормой любого движущегося судна; всякий взмах весла, всплеск волны и брызги обнаруживают этот огонь; в бурю кажется, что все море горит огнем. Оторвавшиеся частицы воды, отталкиваемые тогда от наэлектризованной поверхности, непрерывно уносят с собой огонь по мере того, как он собирается; они поднимаются вверх и образуют сильно наэлектризованные облака, сохраняющие огонь, пока не получат возможности передать его.

11. Частицы воды, поднимающиеся вверх в виде пара, прилипают к частицам воздуха.

12. Говорят, что частицы воздуха представляют собой твердые, круглые, отдельные частицы, находящиеся на значительном расстоянии и с силой отталкивающиеся друг от друга, благодаря чему они отходят друг от друга настолько, насколько это позволяет обычная сила притяжения.

13. Пространство между любыми тремя частицами, отталкивающимися друг от друга с одинаковой силой, представляет собой равносторонний треугольник.

14. В сжатом воздухе эти треугольники будут меньше, а в разреженном больше.

15. Обычный огонь, соединившийся с воздухом, усиливает отталкивание, расширяет треугольники и тем самым делает воздух относительно легче. Такой воздух среди более плотного воздуха будет подниматься вверх.

16. Обычный огонь, точно так же как и электрический, способствует отталкиванию частиц воды и уничтожает сцепление между ними; отсюда обычный огонь помогает парообразованию, как и электрический.

17. Частицы воды, не обладающие огнем, взаимно притягивают друг друга. Значит, три частицы воды, прилипшие по одной к трем

частицам воздушного треугольника, благодаря взаимному притяжению, противодействующему отталкиванию частиц воздуха, укоротят стороны треугольника и сожмут последний, в результате чего такая доля воздуха, став плотнее, не будет подниматься вверх, где образуются облака, а опустится с прилипшей водой на землю.

18. Но если всякая частица воды, прилипающая к воздуху, приносит с собой часть обычного огня, то отталкивание воздуха под действием последнего усилится больше, чем противодействующее взаимное притяжение частиц воды, и тогда треугольник расширится, а эта доля воздуха, став реже и относительно легче, начнет подниматься.

19. Если частицы воды, прилипая к воздуху, приносят с собой электрический огонь, то отталкивание между частицами наэлектризованной воды присовокупляется к природному отталкиванию воздуха и раздвигает частицы на большее расстояние, благодаря чему треугольник расширяется, а воздух поднимается вверх, унося с собой и воду.

20. Если же частицы воды приносят с собой доли огня *обоих видов*, то отталкивание частиц воздуха возрастает и усиливается еще больше, а треугольники расширяются все дальше.

21. Одна частица воздуха может быть окружена двенадцатью частицами воды равных с ней размеров, которые все будут находиться с ней в соприкосновении, причем к последним могут присовокупиться еще и другие частицы (снаружи).

22. Отягощенные таким образом частицы воздуха сблизились бы друг с другом благодаря взаимному притяжению частиц воды, если бы огонь, будь то обычный или электрический, не усиливал их отталкивание.

23. Если воздух, обремененный частицами воды, подвергается сжатию под действием встречных ветров, или при наталкивании на своем пути на горы, или в результате утраты огня, содействовавшего его расширению, то треугольник стянется, и воздух с водой осядет в виде росы; если же вода, обволакивающая одну частицу воздуха

приходит в соприкосновение с водой, обволакивающей другую, то они сольются в одну каплю, и тогда пойдет дождь.

24. Солнце снабжает (или кажется, что снабжает) пар обычным огнем при его подъеме и с суши и с моря.

25. Подобный пар, обладающий обычным и электрическим огнем, удерживается наверху лучше, чем пар с одним обычным огнем, ибо, когда пар попадает в холодную область над сушей, холод не может уменьшить количества электрического огня, даже если он и уменьшает количество обычного.

26. Значит, облака, образованные паром, поднявшимся с поверхности пресных вод, от растений, влажной почвы и т. д., обладая очень малым количеством электрического огня, чтобы отталкивать частицы и удерживать их порознь, скорее и легче осаждают свою воду. Таким образом, вода, поднявшаяся с суши, по большей части попадает опять на землю, и ветры, дующие с суши в сторону моря, бывают сухими; от дождя на море мало пользы и лишать сушу ее влаги, чтобы дождь шел на море, неразумно.

27. А вот облака, образовавшиеся из пара, который поднялся с моря, заключая в себе огонь обоих видов и особенно много электрического, прочно удерживают свою воду, уносят ее ввысь и могут быть занесены ветрами из середины самого необъятного океана вглубь широчайшего континента.

28. Рассмотрим теперь, почему океанские облака, столь прочно удерживающие свою воду, все же осаждают ее на суше, где в ней больше всего и ощущается нужда.

29. Если ветры гонят эти облака к горам, то последние, будучи менее наэлектризованными, притягивают их и при соприкосновении с ними отбирают у них электрический огонь (а благодаря своему холоду и обычный тоже); отсюда частицы устремляются к горам и сближаются друг с другом. Если воздух обременен мало, то на вершинах и склонах гор выпадает только роса, образуя ручьи, которые, стекая в долины, сливаются в большие потоки и реки. Если же воздух отягощен сильно, то электрический огонь забирается сразу у всей тучи и, уходя из нее, ярко вспыхивает и гулко грохочет,

а частицы воды, лишившись электрического огня, мгновенно сливаются друг с другом и ниспадают в виде сплошного ливня.

30. Если горная цепь преградит таким образом путь тучам и извлечет из ближайшей из них электрический огонь, то очередная туча, приблизившись к первой, когда та уже лишилась своего огня, разрядится на нее и начнет выделять свою собственную воду, тогда как первая туча снова разрядится на горы; то же самое происходит с третьей тучей и со всеми остальными, следующими за ней на всем их протяжении, иногда на многие сотни миль.

31. Отсюда сплошные ливни дождя с громом и молнией на восточной стороне Андов, которые, пролегая с севера на юг и поднимаясь на большую высоту, преграждают путь всем тучам, приносимым сюда пассатами с Атлантического океана, и заставляют их осаждать свою воду, из которой образуются большие реки — Амазонка, Ла-Плата и Ориноко, возвращающие воду в то же самое море уже после того, как она оплодотворила огромную страну.

32. Если на равнине нет гор для перехвата наэлектризованных туч, то у нее все же есть средства, чтобы заставить тучи осаждать свою воду. Ведь если наэлектризованная туча, плывущая с моря, встречает на своем пути в воздухе поднявшуюся с суши и, следовательно, ненаэлектризованную тучу, то первая туча разрядит свой огонь на вторую и тем самым они вместе начнут мгновенно осаждать воду.

33. Наэлектризованные частицы первой тучи сближаются друг с другом, утратив свой огонь, а частицы других туч делают то же самое, получив огонь; таким образом, в обоих случаях создается возможность слияния частиц в капли... Сотрясение или толчок воздуха также содействуют стряхиванию воды вниз не только с двух столкнувшихся туч, но даже и с соседних. Отсюда внезапное выпадение дождя сразу же после вспышек молнии.

34. Это можно показать на простом опыте. Возьмите два круглых куска картона диаметром по два дюйма; подвесьте в центре и по краям каждого из них на тонких шелковых нитках, длиной восемнадцать дюймов, по семь маленьких деревянных шариков или

одинаковых горошин так, чтобы шарики, свисающие с каждого картона, образовали равносторонние треугольники (один шарик должен быть в центре, а шесть остальных на равном расстоянии от него и друг от друга). Окуните оба круга с шариками, как бы воспроизводящими частицы воздуха, в воду, после чего шарики с приставшей водой будут воспроизводить отягощенный воздух. Умело наэлектризуйте одну установку, и тогда ее шарики оттолкнут друг друга на большее расстояние, расширив треугольники. Если бы вода, удерживаемая семью шариками, могла слиться воедино, то она образовала бы капли такого веса, который преодолел бы их сцепление с шариками и заставил бы капли упасть. Пусть теперь две установки представляют собой два облака — одно морское, наэлектризованное, а другое с суши. Приблизьте их друг к другу настолько, чтобы шарики оказались в сфере взаимного притяжения, и Вы увидите, что наэлектризованный шарик, оказавшийся по соседству с ненаэлектризованным, притянется к нему и сообщит ему огонь; в тот же миг они разобщатся, и каждый из них полетит к другому шарику своего круга: один, чтобы отдать огонь, а другой, чтобы получить его. И так это пойдет по кругу каждой модели чрезвычайно быстро, почти мгновенно. При соприкосновении шариков с них слетят капли воды, которые будут представлять собой дождь.

35. Таким образом, если облако с моря и облако с суши проходят мимо друг друга на слишком большом для разряда расстоянии, то они станут притягиваться друг к другу и сблизятся до такого расстояния, при котором станет возможен разряд, потому что сфера электрического притяжения гораздо больше разрядного расстояния.

36. Когда множество облаков с моря встречает на своем пути несколько облаков, поднявшихся с суши, электрические вспышки возникают в разных местах, одна вспышка следует за другой, пока электрический огонь не рассеется равномерно среди облаков, гонимых и перемешиваемых ветрами или сближающихся под действием электрического притяжения.

37. Если ружейный ствол (в электрических опытах) заключает в себе очень мало электрического огня, то придется приблизить

к нему свой палец на очень близкое расстояние, чтобы извлечь искру. Если сообщить ему больше огня, то он испустит искру на большем расстоянии. При соединении двух наэлектризованных в той же степени ружейных стволов искру можно будет получить на еще большем расстоянии. Но если два наэлектризованных ружейных ствола дают искру с громким треском при расстоянии в два дюйма, то с какого же расстояния способно отдать свой огонь наэлектризованное облако площадью 10 000 акров и сколь громким при этом должен быть такой треск?

38. Нет ничего необычного в том, что облака на разной высоте движутся каждое в своем направлении, свидетельствуя о существовании различных потоков воздуха один над другим. Поскольку воздух в тропиках разрежен под воздействием солнца, он уходит вверх, а более плотный воздух с севера и юга проталкивается на его место. Этот разреженный воздух, вытесненный вверх, перемещается к северу и югу и должен опуститься вниз в полярных районах, если у него не было возможности сделать это раньше, чтобы обеспечить продолжение кругооборота.

39. Поскольку воздушные течения, несущие облака, перемещаются в различных направлениях, легко представить себе, что облака, проходя друг над другом, могут притягиваться друг к другу, сближаясь тем самым до расстояния, достаточного для электрического разряда, и что электрические облака могут быть занесены вглубь суши, очень далеко от моря, прежде чем они получат возможность для разряда.

40. Когда воздух с парами воды, поднявшимися с поверхности океана между тропиками, вынужден бывает опускаться в полярных областях и перемешивается здесь с парами, поднимающимися вверх, занесенный сюда электрический огонь начинает соединяться и становится видимым в ясную ночь. Сначала он появляется там, где впервые происходит смешение, т. е. на самом севере; отсюда потоки света распространяются к югу, достигая даже точки зенита в северных странах. И хотя кажется, что свет распространяется с севера на юг, в действительности огонь перемещается с юга на

север, а то, что свет виден прежде всего на севере, объясняется началом там смешения.

Ведь электрический огонь становится видимым только тогда, когда он находится в движении — перескакивает через воздух с предмета на предмет, с частицы на частицу. Когда он проходит сквозь плотные тела, он невидим. Если проволока образует часть цепи при разрядке электрической банки, то огонь, проходя по проволоке в большом количестве, все же остается невидимым; при прохождении же по цепи он становится видимым, поскольку перескакивает со звена на звено. Его можно видеть при прохождении через лист позолоты, потому что позолота полна пор; посмотрите на свет через позолоту, и она покажется вам сеткой, и огонь обнаруживается глазом при проскакивании через такие пустоты... Подобно тому как в длинном канале, заполненном стоячей водой, при открытии его с одного конца в целях опорожнения вода приходит в движение сначала у открытого конца, а только потом у закрытого, хотя сама вода перемещается от закрытого конца к открытому, так и электрический огонь, стекающийся в полярную область из масс насыщенного парами воздуха протяженностью на тысячи лье, обнаруживается сначала там, где он впервые приходит в движение, т. е. на самом севере, а потом все далее к югу, хотя в действительности огонь движется на север. В этом, как можно полагать, скрывается причина северного сияния.

41. Если на какой-то определенной части суши установилась сильная жара (скажем, солнце светило несколько дней подряд, тогда как соседние области были скрыты тучами), то нижний разреженный воздух станет подыматься вверх, а холодный и более плотный воздух начнет опускаться сверху вниз; тогда к нагретому месту будут стекаться со всех сторон и скапливаться здесь облака; и если одни из них наэлектризованы, а другие нет, то последуют молния и гром, и выпадет дождь. Отсюда грозовые бури после жары и прохладный воздух после грозы, причем прохлада объясняется тем, что вода и принесшие ее облака опускаются из более высокой и, следовательно, более холодной области.

42. Электрическая искра, извлекаемая из предмета неправильной формы с некоторого расстояния, очень редко бывает прямой; чаще же она имеет изогнутые и изломанные линии. То же самое верно и применительно к молнии, поскольку тучи имеют весьма неправильную форму.

43. По мере перемещения над страной наэлектризованные тучи минуют высокие горы и деревья, башни и шпили, корабельные мачты и трубы и т. д. и т. п. Все это множество выступающих предметов извлекает электрический огонь с разрядом в каждом отдельном случае от всей тучи.

44. Значит, искать укрытие под деревом во время грозы опасно. Для многих людей и животных это приводило к роковому исходу.

45. Находиться в открытом поле безопаснее еще и по другой причине. Когда молния на своем пути к земле ударит Вас в голову, а Ваша одежда уже намокла, то она может пройти через воду по поверхности тела, а если же одежда остается сухой, то молния пройдет через Ваше тело, потому что кровь и другие соки, содержащие так много воды, являются хорошими проводниками.

Поэтому мокрую крысу нельзя убить разрядом от электрической банки, а сухую можно *.

46. Обычный огонь, подобно электрическому, содержится в том или ином количестве во всех предметах. Не исключено, что они представляют собой различные модификации одного и того же элемента или же могут быть и разными элементами, как это предполагают некоторые.

47. Если это — разные вещи, то они все же могут сосуществовать и фактически сосуществуют в одном и том же теле.

48. Если электрический огонь проходит через предмет, он действует на обычный огонь, заключенный в нем, и приводит этот огонь

* Это было испробовано с банкой емкостью около кварты. Но впоследствии у нас появились основания думать, что посредством одной из больших стеклянных банок, упоминавшихся в этих письмах, можно было бы убить и мокрую крысу.

в движение, а если имеется достаточное количество огня того и другого вида, то тело воспламеняется.

49. Если обычного огня в теле мало, то электрического огня (или электрического удара) должно быть больше; если же количество обычного огня велико, то для воспламенения требуется меньше электрического огня.

50. Так, прежде чем удастся электрической искрой воспламенить спирт, его нужно сначала подогреть *. Если его нагреть сильнее, требуется маленькая искра, а если слабо, то искра должна быть больше.

51. До последнего времени нам удавалось воспламенять только теплые пары, но теперь мы уже умеем зажигать и твердую сухую смолу. А когда мы научимся добывать более сильные электрические искры, воспламенять можно будет не только подогретый спирт, но и дерево, как это делает молния, приводя в достаточное движение заключающийся в нем обычный огонь, как при трении.

52. Сернистые и воспламеняющиеся пары, поднимающиеся с поверхности земли, легко зажигаются молнией. Кроме паров, поднимающихся с земли, такие же пары испускаются стогами влажного сена, зерна или других овощей при их нагреве и гниении. То же самое происходит при гниении старых деревьев или строений. Поэтому они легко и часто загораются.

53. Часто молния расплавляет металлы, хотя, быть может, не за счет тепла самой молнии и не всецело за счет приведенного в движение огня в металлах... Как всякое тело, способное проникнуть между частицами металла и преодолеть их взаимное притяжение (как это делают различные растворители), превратит, подобно огню, твердое вещество в жидкость, но только без нагрева его, так и электрический огонь, или молния, создавая при прохождении сильное отталкивание между частицами металла, расплавляет металл.

* Впоследствии при теплой погоде нам удавалось зажигать спирт без нагрева. Если спирт хорошо очищен, то, налив несколько капель на ладонь руки, можно его достаточно подогреть и рукой. Эфир воспламеняется еще легче.

54. Если Вы на сильном огне расплавите конец гвоздя, наполовину забитого в дверь, то тепло, сообщенное всему гвоздю еще до расплавления части гвоздя, сожжет доску, в которую был загнан гвоздь. А расплавившаяся часть, упав на половицу, сожжет ее. Но если молния способна расплавить меч в ножнах или монету в кармане человека и не сжечь ни ножны, ни человека, то это может быть только холодное расплавление *.

55. Молния расщепляет некоторые предметы. Электрическая искра способна пробить дыру в стопе плотной бумаги.

56. Если молния имеет то происхождение, о котором рассказано в этом письме, то на море вдали от суши не должно быть сильного грома. И на самом деле, некоторые бывалые морские капитаны, которых мы расспрашивали об этом, подтвердили, что действительность полностью соответствует гипотезе: ибо на пути через огромный океан им редко приходилось слышать гром, если только они не находились у отмелей; и жители отдаленных от континента островов слышат очень мало грома. А один забавный свидетель, проведший 13 лет своей жизни на Бермудах, утверждал, что за все это время он слышал грома меньше, чем иногда за месяц в Каролине.

* Хотя эти факты и упоминаются в нескольких сообщениях, сейчас они подвергаются сомнению, потому что, как это наблюдалось, куски тонкого провода, упавшие на пол при разрыве и частично расплавленные молнией, фактически выжигали доски (см. Philos. Trans., т. LI, ч. I). А г-н Киннерслей установил, что тонкая железная проволока при расплавлении электричеством оказывала точно такое же действие.



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ

члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

Филадельфия, 29 июля 1750 г.

Сэр,

Поскольку Вы первым толкнули нас к постановке электрических опытов, прислав нашей библиотеке трубку с указаниями, как ею пользоваться, и поскольку наш досточтимый покровитель дал нам возможность поднять эти опыты на значительную высоту своим щедрым даром в виде электрического аппарата, считаю уместным время от времени ставить Вас обоих в известность о наших успехах. Именно с этим намерением я писал и посылал Вам мои прежние письма по этому предмету в надежде на то, что они могут попасть через Вас в руки щедрому покровителю нашей библиотеки, с которым я не имею чести состоять в прямой переписке. С тем же самым намерением посылаю Вам эту дополнительную статью. Ежели так случится, что Вы не обнаружите в ней ничего нового (что я с готовностью допускаю, учитывая наличие в Европе необычайно одаренных людей, неусыпно проводящих те же самые исследования), она хотя бы подтвердит, что приборы, попавшие в наши руки, не находятся в забвении и что если нами и не сделано ценных открытий, то это во всяком случае не из-за недостатка прилежания и стараний.

Остаюсь, сэр, премного Вам обязанным Вашим покорным слугою

В. Франклин.

ВЗГЛЯДЫ И ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ

касательно свойств и действий электрической субстанции, вытекающие из опытов и наблюдений, проведенных в Филадельфии в 1749 г.

1. Электрическая субстанция состоит из чрезвычайно малых частиц, так как она способна проникать в обыкновенную материю, даже в самые плотные металлы, с большой легкостью и свободой, как бы не встречая при этом сколь-либо заметного сопротивления.

2. Если есть люди, сомневающиеся в том, что электрическая субстанция проходит через материю предметов, а не просто течет только по поверхности последних или вдоль нее, то их, вероятно, сможет убедить разряд большой наэлектризованной стеклянной банки через их собственный организм.

3. Электрическая субстанция отличается от обыкновенной материи в том отношении, что частицы последней взаимно притягиваются, а частицы первой отталкивают друг друга. Отсюда наблюдаемое расхождение в потоке наэлектризованных испарений.

4. И хотя частицы электрической субстанции взаимно отталкивают друг друга, они сильно притягиваются всей прочей материей *.

5. Из этих трех моментов — чрезвычайно малой величины частиц электрической субстанции, их взаимного отталкивания и сильного притяжения этих частиц прочей материей — проистекает то явление, что, если массе обыкновенной материи любых размеров и протяженности в пределах наших наблюдений придается какое-то количество электрической субстанции (если эта масса еще до этого не получила своего количества электричества), то она мгновенно и равномерно рассредоточится повсюду.

6. Таким образом, обыкновенная материя по отношению к электрической жидкости является как бы своеобразной губкой. Губка не смогла бы впитывать воду, если бы частицы воды не были меньше

* См. талантливые статьи г-на Элликота по электричеству в «Transactions» [т. XLV (1748), стр. 195—224].

дырок в губке (но даже в этом случае впитывание шло бы очень медленно), если бы не было взаимного притяжения между частицами воды и губки; губка стала бы впитывать воду быстрее, если бы взаимное притяжение частиц последней не мешало этому, потому что для разделения этих частиц требуется некоторая сила; впитывание проходило бы быстрее всего в том случае, если бы вместо этого притяжения имело место взаимное отталкивание частиц воды, действующее в том же направлении, что и притяжение со стороны губки. Совершенно так же обстоит дело и в случае с электрической субстанцией и обыкновенной материей.

7. Но в обыкновенной материи содержится (как правило) столько электрической субстанции, сколько она может заключать в себе. Если прибавить ей этой субстанции еще, то она разместится снаружи, на поверхности, и образует то, что мы называем электрической атмосферой; в этом случае говорят, что предмет наэлектризован.

8. Предполагается, что различные виды обыкновенной материи притягивают и удерживают электрическую субстанцию не с одинаковой крепостью и силой по причинам, которые будут изложены ниже. И те виды материи, которые называются электриками per se, как, например, стекло и т. д., притягивают и удерживают электрическую субстанцию сильнее всего и заключают ее в себе в большем количестве, чем все прочие виды материи.

9. Мы знаем, что электрическая жидкость находится внутри обыкновенной материи, потому что мы можем откачать ее оттуда при помощи шара или трубки. Мы знаем, что обыкновенная материя содержит электрической субстанции почти столько, сколько она вообще может вместить, потому что, когда мы добавляем немного больше этой субстанции к какой-либо порции материи, дополнительное количество ее внутрь последней не проникает, но образует электрическую атмосферу. И мы знаем, что обыкновенная материя (как правило) заключает в себе не больше того, что она способна вместить, в противном случае все свободные части электрической субстанции стали бы отталкивать друг друга, как это всегда бывает при наличии электрической атмосферы.

10. Возможности полезного использования этой электрической жидкости нам еще недостаточно хорошо известны, хотя можно не сомневаться в том, что они существуют и что они огромны; но мы можем усмотреть некоторые пагубные последствия, которыми сопровождался бы значительный рост содержания ее доли. Ведь если бы земной шар, на котором мы обитаем, содержал электрическую жидкость в такой пропорции, в какой мы можем наделить ею шар из железа, дерева и тому подобных материалов, то частицы пыли и прочих легких материй, оторвавшиеся от земли, стали бы, в силу наличия самостоятельных электрических атмосфер, не только отталкивать друг друга, но и сами отталкиваться от земли, и заставить их воссоединиться обратно было бы нелегко; отсюда наш воздух все более и более наполнялся бы чужеродной материей и им нельзя было бы дышать. Это дает нам еще один повод для восхищения той мудростью, которая сотворила все вещи по весу и мерке!

11. Если предположить, что какой-то кусок обыкновенной материи совершенно не содержит электрической субстанции и что к нему близко подведена элементарная частица этой субстанции, то она притянется и проникнет в тело и займет место в центре, т. е. там, где притяжение в любом направлении одинаково. Если добавить еще ряд частиц, то они расположатся там, где существует равновесие между притяжением со стороны обыкновенной материи и их собственным взаимным отталкиванием. Можно предполагать, что такие частицы образуют треугольники, стороны которых будут сокращаться по мере увеличения числа частиц, пока обыкновенная материя не вберет их в себя в таком количестве, что совокупная сила сжатия этих треугольников путем притяжения не станет равной совокупной силе их расширения в результате отталкивания, и теперь такой кусок материи не сможет больше вбирать в себя новые частицы.

12. Если удалить из куска обыкновенной материи долю этого природного содержания электрической жидкости, то треугольники, образованные из остальной доли, должны, как надо полагать, расшириться вследствие взаимного отталкивания частей, пока они не займут весь объем этого куска.

13. Если вновь возвратить электрическую жидкость, удаленную из куска обыкновенной материи, то при ее проникновении в эту материю *расширившиеся* треугольники опять сжимаются, пока не найдется место для всего ее количества.

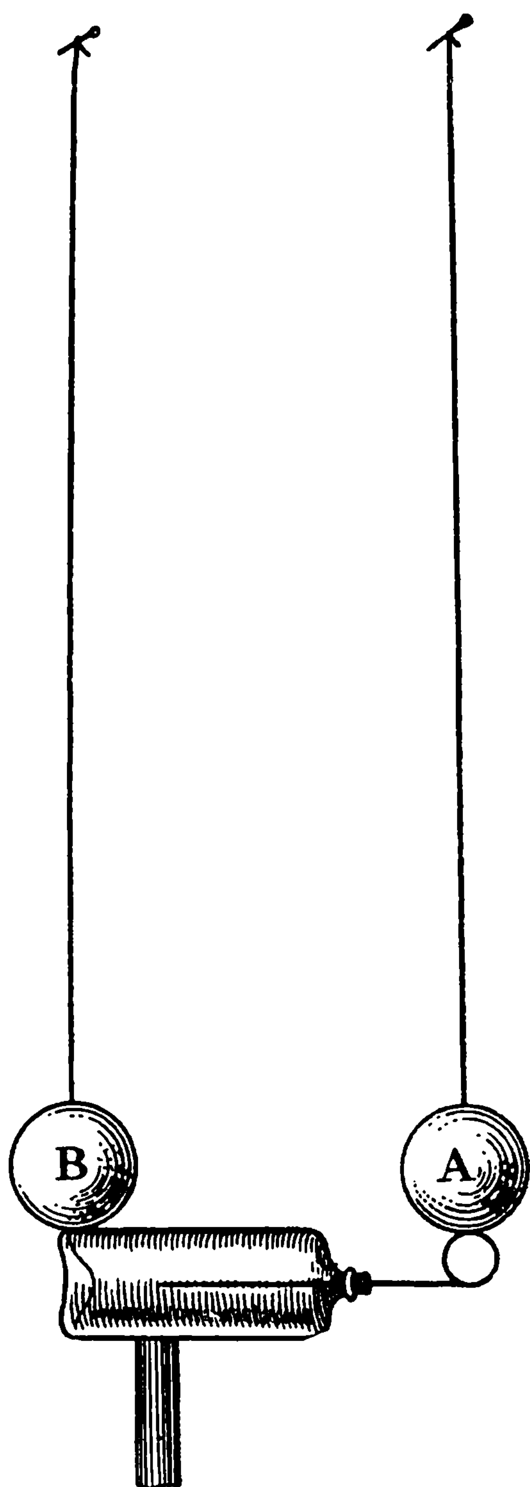


Рис. 7.

14. Это можно пояснить так. Возьмите либо два яблока, либо же два шарика из дерева или другого материала, каждый из которых обладает присущим ему от природы количеством электрической жидкости. Подвесьте их на шелковых нитках к потолку. Держа в руке хорошо заряженную банку, подведите ее проводом к одному из шариков (*A* на рис. 7), и тот заберет через провод какое-то количество электрической жидкости, которую он, будучи уже наполненным, не сможет впитать внутрь. Поэтому жидкость растечется по его поверхности и создаст электрическую атмосферу. Приведите шарик *A* в соприкосновение с шариком *B*, и тогда половина электрической жидкости перельется на другой шар, так что каждый из них после этого будет обладать электрической атмосферой и, значит, шары оттолкнутся. Уничтожьте эти атмосферы прикосновением к шарикам и оставьте их висеть в своем естественном состоянии. Затем, прикрепив к середине банки сургучную палочку в качестве рукоятки, возьмитесь за нее и приложите провод банки к шарику *A*, касаясь в то же самое время ее обкладкой шарика *B*. Тем самым какое-то количество электрической жидкости от шарика *B* перейдет на шарик *A*. Поэтому у *A* будет избыток этой жидкости, который образует вокруг него атмосферу, а у *B* — точно такой же по величине недостаток. Приведите опять шарики в соприкосновение,

и теперь уже электрическая атмосфера не будет больше поделена между шариками A и B на две меньшие атмосферы, как это было до соприкосновения, потому что шарик B поглотит всю атмосферу шарика A, и оба они опять окажутся в своем естественном состоянии.

15. Электрическая атмосфера принимает форму того предмета, который она обволакивает. Эту фо́рму можно сделать видимой в спокойном воздухе посредством дыма, поднимающегося от кусочка сухой смолы в горячей чайной ложке, если ее подвести под наэлектризованный предмет; дым притянется к телу и, распространяясь равномерно, окутает его со всех сторон *. Дым воспроизводит форму электрической атмосферы, потому что он притягивается всеми частями поверхности предмета, но не может проникнуть внутрь уже насыщенного предмета. Без этого притяжения дым не сосредоточивался бы вокруг предмета, а рассеивался бы в воздухе.

16. В случае наэлектризованного шара окружающая его атмосфера электрических частиц предрасположена к уходу от него в одинаковой для всей поверхности шара степени и не может быть удалена с одного участка поверхности легче, чем с другого, потому что она с одинаковой силой удерживается каждым таким участком. Иначе обстоит дело с предметами другой формы. У куба ее легче отобрать с углов, чем с граней; это же справедливо и в отношении углов предмета любой другой формы, причем чем острее угол, тем легче это сделать. Так, если наэлектризовать предмет, имеющий форму, как на рис. 8 ($ABCDE$), или сообщить ему электрическую атмосферу, то мы можем считать любую его сторону за основание, на котором находятся частицы и к которым они притягиваются. Отсюда можно усмотреть, мысленно соединив отрезками прямой точку A с точкой F и точку E с точкой G, что часть атмосферы, заключенная в $FAEG$, имеет в качестве своего основания линию AE. Точно так же часть атмосферы, заключенная в $HABI$, опирается на линию AB как на свое основание. И равным же образом часть, заключенная в $KBCL$, опирается на BC; то же самое можно сказать и о любом

* См. стр. 10.

другом строении фигуры. Теперь, если снимать эту атмосферу каким-либо тупым предметом, приближая его к середине стороны *AB*, то придется подвести этот предмет очень близко к ней, прежде чем предмет преодолеет своим притяжением силу, с которой эта сторона удерживает свою атмосферу.

Однако имеется небольшая доля атмосферы между *IBK*, которая опирается на меньшую поверхность и притягивается с меньшей силой, чем соседние участки при одновременном существовании

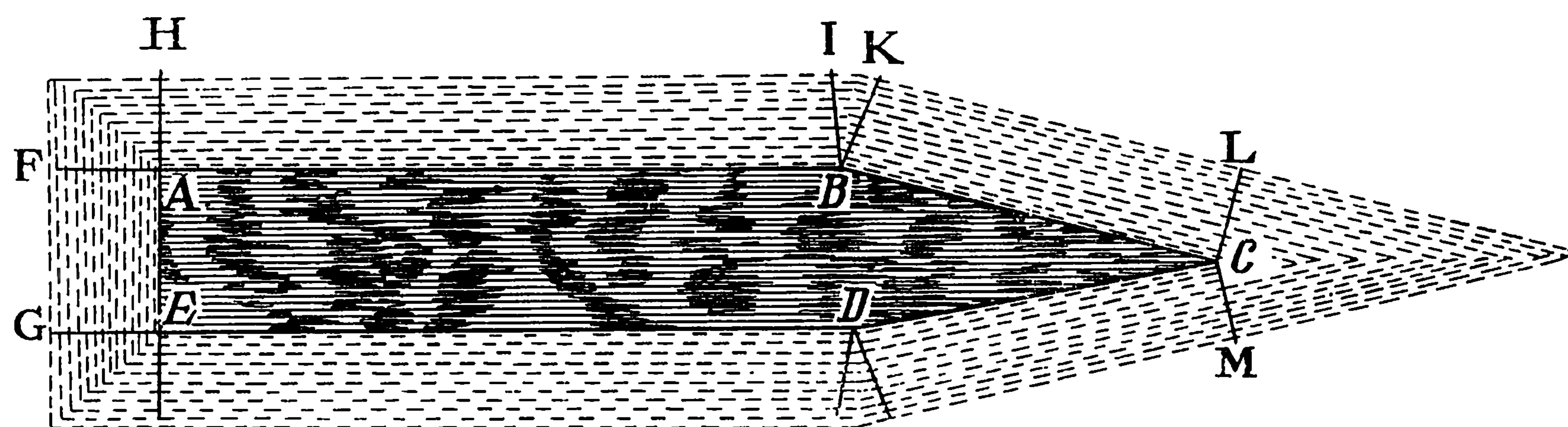


Рис. 8.

взаимного отталкивания между ее частицами и частицами соседних участков. Поэтому здесь можно удалить атмосферу с большей легкостью или с более далекого расстояния. В углу *FAH* еще бо́льшая часть атмосферы опирается на меньший участок и притягивается с меньшей силой. Следовательно, здесь можно удалить атмосферу еще легче. Но легче всего это сделать в углу *LCM*, где имеется самое большое количество атмосферы и где поверхность для ее притяжения и удержания наименьшая. Но если отвести жидкость с какого-либо такого заостренного участка, то сюда, в силу своей природы и выше упоминавшегося взаимного отталкивания, притечет новая порция жидкости, и атмосфера будет, как струя, стекать с такого заострения до тех пор, пока вся не исчезнет полностью.

Кроме того, наружные части атмосферы над подобными угловыми участками находятся на большем расстоянии от наэлектризованного предмета, в чем можно убедиться при рассмотрении нашей фигуры; крайняя точка атмосферы угла *C* находится гораздо дальше от точки

C, чем любая другая точка атмосферы над линиями CB или BA. И помимо того, что расстояния, определяемые характером этой фигуры, будут больше там, где притяжение меньше, частицы станут расходиться дальше друг от друга благодаря взаимному отталкиванию. По этим причинам мы предполагаем, что наэлектризованные предметы разряжают свою атмосферу на ненаэлектризованные легче и с большего расстояния в местах углов и заострений, чем с ровных участков... Если предмет обладает слишком большой электрической атмосферой, то последняя будет разряжаться через подобные заострения в воздух без подведения к этому предмету на близкое расстояние какого-либо неэлектрика для того, чтобы забрать разряжаемое. И хотя воздух является электриком per se, все же в нем всегда содержится то или иное количество примесей воды и других неэлектриков, которые притягивают и забирают разряжаемое.

17. Заостренным предметам присуща способность не только *испускать*, но и *извлекать* электрическую жидкость с большего расстояния, чем тупым предметам. И подобно тому, как заостренная часть наэлектризованного предмета будет разряжать его атмосферу или сообщать ее другому предмету на большем расстоянии, так и острие ненаэлектризованного предмета будет отводить электрическую атмосферу наэлектризованного тела с большего расстояния, чем его тупая часть. Так, булавка, если ее держать за головку, направив острием на наэлектризованный предмет, отведет его атмосферу с расстояния в один фут, а если же направить булавку на этот предмет головкой, то ничего подобного не произойдет. Чтобы уяснить это, мы можем рассмотреть случаи отведения атмосферы от наэлектризованного предмета человеком, стоящим на полу, поочередно берущим для этой цели в руку то железный ломик, то тупую вязальную спицу. Эти предметы не будут отводить атмосферу с разной силой, пропорциональной их массе, потому что человек и то, что он держит в своей руке, будь то большой или малый предмет, связаны с общей массой ненаэлектризованной окружающей материи, и сила, с которой он отводит атмосферу, является одинаковой в обоих случаях, определяясь разностью содержания электричества в

наэлектризованном предмете и в этой общей массе окружающей материи. А сила, с которой наэлектризованный предмет удерживает свою атмосферу притяжением, пропорциональна поверхности, на которой размещаются частицы, т. е. четыре квадратных дюйма этой поверхности удерживают свою атмосферу с силой в четыре раза большей, чем один ее квадратный дюйм. И подобно тому, как мы, выдирая волосы из конского хвоста, не в состоянии вырвать сразу целую горсть, но легко можем сделать это волос за волосом, так и тупой предмет не может извлечь несколько частиц сразу, тогда как острие, с силой ничуть не большей, легко отводит их одну за другой.

18. Такое объяснение силы и действия заострений, придя впервые в голову, показалось мне вполне удовлетворительным, но теперь, изложив его и рассмотрев повнимательнее, я вынужден признаться в возникновении у меня некоторых сомнений; однако, поскольку в настоящее время я не могу предложить ничего лучшего, я не зачеркиваю его, ибо ознакомление с плохим решением и обнаружение его ошибочности часто рождают в голове изобретательного человека правильное решение.

19. Для нас не столь важно знать то, как природа осуществляет свои законы, сколь необходимо знать сами эти законы. Практически важно знать, что фарфор, если из-под него убрать опору, упадет и разобьется, а то, *почему* он падает и *почему* разбивается, является предметом для размышления. Конечно, было бы очень приятно знать все это, но сохранять фарфор мы умеем и без этих знаний.

20. Так, в настоящем случае представление об этой способности заострений могло бы принести известную пользу человечеству, даже если бы мы никогда не сумели объяснить ее.

Нижеследующие опыты, равно как и опыты, описанные в моем первом письме, доказывают это свойство. У меня есть большой первичный проводник, изготовленный из ряда листов тонкого картона, свернутого в виде трубки длиной почти десять футов и диаметром в один фут. Она почти сплошь покрыта позолотой в виде тисненой голландской бумаги. Эта большая металлическая поверхность способна удерживать электрическую атмосферу гораздо лучше, чем

пруток железа по весу в пятьдесят раз тяжелее трубки. Если ее подвесить на шелковых шнурах и зарядить, то довольно большая искра проскакивает с расстояния почти в два дюйма, причиняя сильную боль пальцу. Пусть человек, стоящий на полу, подведет иглу, направив ее острием на трубку, до расстояния в двенадцать дюймов или больше. В этих условиях проводник зарядить не удается, потому что острие столь же быстро отводит огонь, сколь быстро он подводится электрическим шаром. Теперь, если зарядить проводник и подвести к нему на то же самое расстояние иглу, то он мгновенно разрядится. При проведении опыта в темноте виден свет на острие иглы. А если человек с иглой в руках встанет на подставку из воска, то он наэлектризуется за счет отведения огня с этого расстояния. При попытках извлечь электричество тупым предметом, вроде чугунного болта с закруглением на конце (я пользуюсь пробойником, как у серебряных дел мастеров, диаметром в один дюйм), приходится приближать его на расстояние в три дюйма, чтобы добиться того же результата, после чего с трубки проскочит искра с большим треском. Если картонная трубка свободно подвешена на шелковых шнурах и если к ней подводить чугунный пробойник, то она в свою очередь начнет двигаться навстречу ему вследствие притяжения, когда ее начинаешь заряжать; но если в это же самое время подвести к ней острие, как об этом говорилось выше, то она возвратится на свое место, потому что острие разрядит ее. Возьмите весы с парой больших латунных чаш, подвешенных к коромыслу длиной два — три фута на шелковых шнурах. Подвесьте коромысло на закрученной бечеве к потолку с таким расчетом, чтобы чаши находились от пола на расстоянии около фута. При раскручивании бечевы чаши начнут двигаться по кругу. Воткните в пол в вертикальном положении железный пробойник с таким расчетом, чтобы чаши весов при своем вращении пролетали над ним. Затем наэлектризуйте одну из чаш, приложив к ней провод заряженной банки. По мере вращения чаш можно убедиться в том, что заряженная чаша кружится ближе к полу и пролетая над пробойником, опускается еще ниже, а при соответствующем выборе расстояния даже с треском разряжается на пробойник.

Но если на конце пробойника прикрепить иглу острием вверх, то заряженная чаша, вместо опускания к пробойнику и испускания искры, начнет тихо разряжаться через острие, уходя от пробойника выше. И даже если иглу укрепить на полу около пробойника острием вверх, то, хотя конец последнего намного возвышается над иглой, он все-таки уже не будет притягивать чашу и отводить ее огонь, потому что игла отведет последний еще до того, как чаша достаточно приблизится к пробойнику. И при этих опытах всегда наблюдается, что чем больше будет электричества на картонной трубке, тем с большего расстояния последняя может ударить или разрядить свой огонь, а игла будет отводить его с еще большего расстояния.

Теперь, если огонь электричества и огонь молнии есть одно и то же, как я это пытался пространно показать в одном из своих более ранних писем, то подобная картонная трубка с чашами весов может представлять наэлектризованные облака. Если трубка, длиной всего десять футов, способна ударить и разрядить свой огонь на пробойник с расстояния в два—три дюйма, то наэлектризованное облако, площадью до 10 000 акров, может ударить и разрядиться на землю с пропорционально большего расстояния. Горизонтальное движение чаш над полом может воспроизводить движение облаков над землей, а вертикально установленный железный пробойник — гору или высокое здание; и теперь мы видим, что наэлектризованные облака, проносясь над горами и высокими зданиями на слишком большой высоте, чтобы ударить, могут опуститься вниз под действием притяжения до разрядного расстояния. И, наконец, если игла, укрепленная острием вверх на пробойнике или даже на полу ниже его, тихо отводит огонь из чаши с расстояния гораздо больше разрядного, тем самым предотвращая его переход на пробойник, или если при своем движении чаша опускается достаточно низко для удара, но, уже будучи до этого лишена своего огня, не может произвести удара, и тем самым удар на пробойник предотвращается, — если все это обстоит так, как я говорю, то не могут ли сведения об этой силе заостренных предметов принести пользу человечеству в деле спасения домов, храмов, кораблей и т. п. от удара молнии,

побудив нас устанавливать на самых высоких местах этих зданий вертикальные железные прутки, заостренные, как игла, и позолоченные для защиты их от ржавления, а от их оснований опускать вниз проволоку снаружи здания до земли или вдоль одного из вантов корабля по борту до воды? Не отведут ли эти острия электрический огонь из тучи тихо, быть может, еще до того, как она приблизится на ударное расстояние, и тем самым не спасут ли они нас от самого внезапного и ужасного зла?



Рис. 9.

21. Чтобы решить вопрос о том, наэлектризованы или нет облака, заключающие в себе молнию, мне хотелось бы предложить провести следующий опыт там, где это будет удобно сделать. Наверху какой-нибудь высокой башни или колокольни нужно будет укрепить достаточно вместительную сторожевую будку (как на рис. 9), чтобы в ней можно было поместить человека и электрическую подставку. Через середину подставки должен проходить железный прут с изгибом для вывода через дверь и вверх на двадцать—тридцать футов, снабженный на конце очень тонким острием. Если электрическую подставку хранить сухой и чистой, то человек, вставший на нее, когда над ним на небольшой высоте проходят облака, мог бы быть наэлектризован и стал бы испускать искры за счет огня, отводимого прутком из тучи. Если хотят предотвратить всякую опасность для этого человека (хотя, мне думается, никакой опасности не возникнет), он должен сойти с подставки на пол будки и время от времени подносить к прутку, держась за сургучную рукоятку, проволочную петлю, один конец которой соединен со свинцовой крышей. Таким образом, искры, если пруток наэлектризован, будут ударять с прутка в проволоку, не причиняя этому человеку никакого вреда.

22. Прежде чем закончить с вопросом о молнии, разрешите мне упомянуть о некоторых прочих чертах сходства между ее проявлениями и проявлениями электричества. Как известно, часто после

удара молнии люди слепнут. Голубь, которого мы как будто умертвили электрическим ударом, впоследствии ожил и несколько дней ковылял по двору, но ничего не клевал, хотя мы ему и бросали крошки хлеба, а затем захирел и околел. Мы не думали, что он ослеп, но впоследствии, когда после такого же электрического удара замертво упал цыпленок и мы, оживив его путем искусственного дыхания, поставили его на ноги, он бросился убегать от нас и налетел на стену. Оказалось, что цыпленок ослеп. Отсюда мы сделали вывод, что и голубь был совершенно лишен зрения от удара. Самым крупным живым существом, которое нам удалось умертвить электрическим ударом, был довольно взрослый цыпленок.

23. При чтении сообщения остроумного г-на Майлса о грозовой буре в Стретхэме [15], где молния сорвала всю краску, покрывавшую позолоченный карниз на деревянной стенной панели, нисколько не повредив остальной краски, мне пришла в голову мысль наложить слой краски на золотое тиснение книжной обложки и ознакомиться с воздействием сильной электрической вспышки от заряженного листа стекла при ее прохождении через такую позолоту. Но, не имея под руками краски, я заклеил тиснение сверху бумагой и, высушив ее, пропустил через позолоту вспышку; бумагу сорвало от одного края до другого с такой силой, что в ряде мест она порвалась, а в других вместе с ней были вырваны куски сафьяна из переплета. Это убедило меня в том, что если бы тиснение было покрыто краской, то последняя была бы сорвана так же, как это случилось с краской на панели в Стретхэме.

24. Молния расплавляет металлы и, как я писал в своем письме на эту тему, на мой взгляд, в этом случае происходит холодное плавление; я имею в виду не плавление под действием холода, а плавление без тепла *. И нам удавалось расплавлять посредством электрической вспышки в небольших количествах золото, серебро и медь. Делается это следующим образом. Возьмите листовое золото, листовое серебро или листовую медную позолоту, называемую по обыкно-

* См. примечание на стр. 51.

вению листовой бронзой или голландским золотом, и разрежьте ее на длинные узкие полоски шириной с соломинку. Поместите одну из таких полосок между двумя пластинками гладкого стекла шириной приблизительно с Ваш палец. Если стеклянные пластинки получатся длиннее полоски позолоты, наложите их друг на друга так, чтобы с каждой стороны стекла свободно свисали небольшие кусочки позолоты. Свяжите стеклянные пластинки прочной шелковой ниткой и затем поместите их так, чтобы они составляли участок цепи (выступающие концы полосок позолоты служат для соединения с другими участками цепи), и пропустите теперь вспышку от сильно наэлектризованной банки или от большого листа стекла. Тогда, если пластинки вашего стекла уцелеют, в ряде мест Вы обнаружите отсутствие позолоты со следами металлических пятен на обеих стеклянных пластинках в этих местах; пятна на верхней и нижней пластинках до мельчайших черт сходны друг с другом, в чем можно убедиться, рассматривая их на свет. Металл окажется не только расплавившимся, но даже остеклованным, т. е. глубоко проникшим в поры стекла, откуда его нельзя извлечь даже самой крепкой азотной кислотой или царской водкой. При сем прилагаю два небольших кусочка стекла с подобными металлическими пятнами на них, которые нельзя устранить, не повредив самого стекла. Иногда следы бывают шире самой полоски позолоты и выглядят ярче к краю, в чем Вы можете убедиться сами при внимательном рассмотрении посылаемых образцов. Иногда стекло разбивается на куски, а в одном случае верхнее стекло рассыпалось на тысячи крупинок и стало напоминать крупную поваренную соль. Посылаемые пластинки содержат на себе следы голландского золота. Следы настоящего золота бывают темнее и с красноватым оттенком, а серебра — зеленоватые.

Однажды мы взяли два куска толстого зеркального стекла шириной с чашку весов Гантера и длиной шесть дюймов и, поместив между ними лист позолоты, положили их между двумя гладкими деревянными досками и зажали в небольших переплетных тисках. Несмотря на то, что они были так прочно зажаты, все же сила электрического удара раздробила стекло на множество осколков. Позолота

расплавилась и по обыкновению глубоко проникла в толщу стекла.

При проведении опытов характер разрушения стекла может сильно изменяться от случая к случаю, а иногда стекло даже остается целым. Но общая черта всех таких опытов заключается в том, что следы на верхней половинке точно соответствуют следам на нижней. И хотя я брал пальцами куски стекла сразу же после расплавления, я ни разу не ощущал в них тепла.

25. В одном из моих более ранних писем я упоминал о том, что золотое тиснение на книге, на первых порах отлично передававшее электрический удар, после нескольких опытов переставало делать это по неизвестной для нас причине. Впоследствии мы обнаружили, что мощный удар нарушает непрерывность позолоты в тиснении и превращает ее в нечто похожее на золотую пыль, множество частиц которой разрушено и выбито; такая позолота редко будет проводить более одного сильного удара. Причина этого может скрываться в том, что, когда в цепи нет непрерывности, огню приходится перескакивать через пустоты. Существует определенное расстояние, которое он может перескочить в зависимости от своей силы; если число малых пустот, как бы они ни были малы, вкупе превосходит такое расстояние, огонь не в состоянии преодолеть эти пустоты, и тем самым удар предотвращается.

26. Исходя из упоминавшегося выше закона, согласно которому более или менее острые углы извлекают или выбрасывают электрическую жидкость с той или иной силой на большем или меньшем расстоянии и в большем или меньшем количестве в одно и то же время, мы можем усмотреть, как будет вести себя листок позолоты между двумя пластинами, верхняя из которых непрерывно электризуется, а нижняя зажата в руке человека, стоящего на полу. Когда верхняя пластина электризуется, листок притягивается, приподнимается к ней, и, если бы у него не было своих острых углов, он полетел бы к этой пластине. Угол, оказавшийся выше всего при подъеме листка, представляя собой заострение вследствие чрезвычайно малой толщины позолоты, уже на некотором расстоянии

от пластины извлекает и отводит на себя достаточное количество электрической жидкости, чтобы создать свою электрическую атмосферу, в силу которой его дальнейшее приближение к верхней пластине приостанавливается. Верхняя пластина начинает его отталкивать и переместила бы его обратно к нижней, если бы не наличие на его нижнем краю своего угла, который равным же образом является заострением и который выбрасывает или разряжает избыток атмосферы листа с такой же скоростью, с какой верхний уголок притягивает ее на себя. Если бы эти два угла были одинаковы, то листок расположился бы точно посередине между пластинами, так как его вес ничтожен по сравнению с действующей на него силой. Но обычно он все же находится ближе к нижней пластине, ибо, когда листок подвергается воздействию наэлектризованной пластины на расстоянии, обычно ее действие сказывается прежде всего на наиболее остром уголке, который приподнимается к ней; таким образом, этот уголок, будучи самым острым, получает жидкость скорее, чем выступ на нижнем краю успевает разрядить ее с того же расстояния; поэтому листок удаляется от наэлектризованной пластины и приближается к ненаэлектризованной на такое расстояние, когда разряд в точности сравняется с притоком, поскольку последний уменьшился, а первый увеличился; в таком положении листок будет находиться до тех пор, пока с шара продолжает поступать новая электрическая субстанция.

Это станет ясным, если очень сильно увеличить разницу между степенью заострения уголков. Вырежьте кусочек голландского золота (которое благодаря своей большой прочности пригоднее всего для этих опытов), как показано на рис. 10, чтобы верхний его угол был прямым, два других тупыми, а нижний очень острым, а затем положите его на пластину, находящуюся под наэлектризованной пластиной, таким образом, чтобы прямоугольный край приподнялся первым (для этого достаточно остроугольный край прикрыть ладонью руки), и вы увидите, что этот листок расположится гораздо ближе к верхней пластине, чем к нижней, так как иначе он не сможет получать у своего прямоугольного конца атмосферу

с той быстротой, с какой она разряжается у острого нижнего края. Переверните этот листок острым концом кверху, и тогда он расположится ближе к ненаэлектризованной пластине, потому что в противном случае он станет получать быстрее через свой острый конец, чем сможет разряжать через прямоугольный.

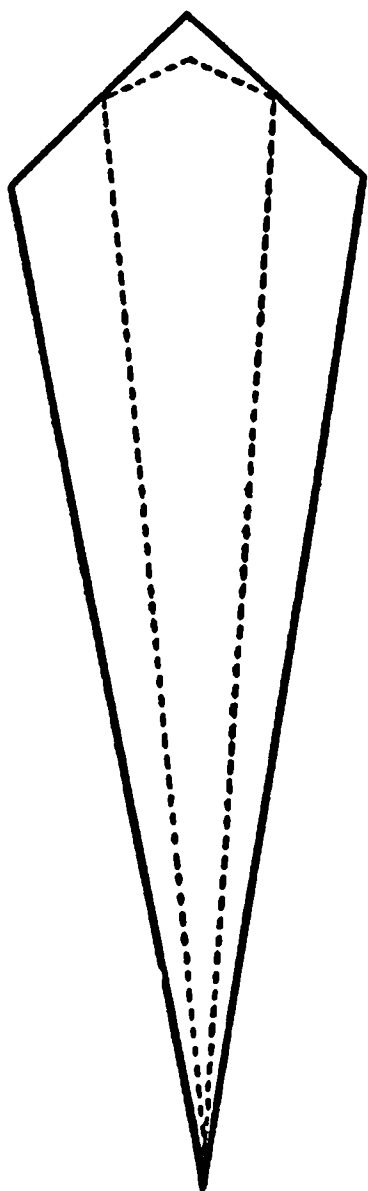


Рис. 10.

Следовательно, разность расстояний всегда пропорциональна разнице в степени заострения. Вырезая листок, будьте внимательны, чтобы не оставить по краям неровностей, которые иногда образуют острия там, где они вам не нужны. Эту фигурку Вы можете сделать настолько заостренной внизу и тупой наверху, что не понадобится нижняя пластина: она будет достаточно быстро разряжаться в воздух. Если фигурка вырезана еще у́же (как показано пунктирными линиями на рис. 10), то мы называем ее золотой рыбкой за характер ее поведения. Ибо, если взять ее за хвост и подвести на расстояние в один фут или больше в горизонтальном направлении к первичному проводнику, то она, когда ее выпустишь из руки, подлетит к нему проворно, но извиваясь из стороны в сторону, подобно угрю в воде; затем она остановится под первичным проводником, вероятно, на расстоянии в четверть или полдюйма от него и будет непрерывно водить своим хвостом, подобно живой рыбке. Поверните ее хвостом к первичному проводнику, и она подлетит к Вашему пальцу, как бы намереваясь совершить поклевку. А если поместить ниже ее пластину на расстоянии шесть—восемь дюймов и перестать вращать шар, то по мере уменьшения электрической атмосферы проводника она станет опускаться к этой пластине и всплывать обратно несколько раз с движениями, как у рыбы, к большому удовольствию зрителей. Приобретя небольшую практику в изготовлении таких фигурок с более или менее тупыми головами и острыми хвостами, можно добиться

того, что они будут располагаться по желанию ближе или дальше от наэлектризованной пластины.

27. В разделе 8 настоящего письма говорилось, что различные виды обыкновенной материи притягивают к себе электрическую жидкость не с одинаковой силой и что те из них, которые называются электриками per se, как, например, стекло и т. д., притягивают ее сильнее и удерживают ее в большем количестве, чем другие. Это последнее положение может показаться кое-кому парадоксальным и противоречащим ранее сложившимся взглядам, и поэтому теперь я попытаюсь разъяснить его.

28. В этих целях будем прежде всего считать, что *мы не в состоянии никакими известными нам сейчас путями заставить электрическую жидкость течь через стекло*. Как мне известно, принято думать, что она без труда проникает через стекло и что якобы это подтверждает опыт с пером, подвешенным на нитке в герметически закупоренной бутылке, которое тем не менее приходит в движение, когда извне к бутылке приблизить натертую трубку. Но если электрическая жидкость столь легко проникает через стекло, то каким же образом *заряжается* (как мы называем это) банка, когда мы ее держим в своих руках? Не станет ли огонь, передаваемый проводом, проходить через наши руки и утекать через пол? Не останется ли в этом случае наша банка незаряженной, подобно той металлической бутылке, которую, как это мы установили, безуспешно пытаться наэлектризовать таким способом? Действительно, если бы налицо была малейшая трещина в стекле, самое ничтожное нарушение его цельности, то чрезвычайно подвижная электрическая жидкость свободно проникла бы через подобную трещину, хотя бутылка могла оставаться при этом совершенно непроницаемой для всего прочего. И мы знаем, что такую бутылку никогда не удастся зарядить. В чем же тогда разница между такой бутылкой и цельной, как не в том, что сквозь одну жидкость проходит, а сквозь другую пройти не может?*

* См. первые шестнадцать разделов предыдущего письма, озаглавленного «Дальнейшие опыты...».

29. Правда, существует опыт, который с первого взгляда может побудить поверхностного наблюдателя поверить в то, что огонь, переданный внутрь склянки по проводу, в действительности проходит через стекло. Этот опыт заключается в следующем. Поставьте банку на стеклянную подставку под первичным проводником и подвесьте к последнему на цепочке пулю так, чтобы она висела на расстоянии в четверть дюйма прямо над проводом банки. Затем приложите Ваш палец к стеклянной подставке точно на том же расстоянии от обкладки банки, на каком пуля находится от провода последней. Теперь начинайте вращать шар, и Вы увидите, как из пули к проводу банки проскочит искра, и в тот же самый миг Вы увидите и почувствуете точно такую же по величине искру, проскочившую из обкладки к Вашему пальцу, и так дальше — искра за искрой. Получается впечатление, будто то, что получается банкой, опять разряжается из нее, хотя банка все же при этом заряжается *. Следовательно, огонь, уходящий из банки, не может быть тем самым огнем, который поступил через провод, хотя по количеству они равны между собой, потому что в таком случае банка осталась бы незаряженной.

30. Если огонь, уходящий таким путем из банки, не является тем самым огнем, который поступает в нее через провод, то, очевидно, этот огонь существовал в банке (т. е. в ее стекле) до начала опыта.

31. Если это верно, то огня в стекле должно содержаться очень много, потому что таким способом можно извлечь огромное количество огня даже из очень тонкого стекла.

32. О том, что электрическая жидкость или огонь сильно притягивается стеклом, мы судим по той быстроте и силе, с которыми эта жидкость при первой же возможности вбирается обратно той его частью, которая ее лишилась. Об этом свидетельствует также и то, что из куска стекла нельзя извлечь какое-либо количество электрического огня или наэлектризовать весь кусок стекла *отрицательно*, как это можно сделать в отношении куска металла. Мы не можем уменьшить или увеличить общее количество электричества в стекле,

* См. «Дальнейшие опыты...», раздел 10.

потому что количество, которое оно имеет, оно удерживает; а имеет оно столько, сколько может удержать. Его поры заполнены электричеством в той степени, в какой это позволяет взаимное отталкивание частиц, а то, что уже находится внутри, отвергает или сильно отталкивает всякое дополнительное количество. Равным же образом у нас нет никаких возможностей перемещать электрическую жидкость в стекле, кроме одной, а именно: покрыть часть двух поверхностей тонкого стекла неэлектриками и затем сообщить одной поверхности дополнительное количество этой жидкости, которая, растекаясь по неэлектрику и будучи привязанной неэлектриком к этой поверхности, воздействует своей силой отталкивания на частицы электрической жидкости, содержащейся на другой поверхности, выгоняет последние из стекла в неэлектрик с другой стороны, откуда те разряжаются; после этого могут пойти в стекло дополнительные частицы со стороны заряжения. Но когда это сделано, в стекле имеется электрической жидкости не больше и не меньше, чем раньше; и сколько жидкости утечет с одной стороны, столько же ее притечет к другой.

33. Здесь я испытываю недостаток в терминах и сильно сомневаюсь в своих способностях изложить эту часть вразумительно. Под словом *поверхность* в этом случае я понимаю не просто длину и ширину без толщины, а, говоря о верхней или нижней поверхности куска стекла, наружной или внутренней поверхности банки, я имею в виду длину, ширину и половину толщины и прошу не отказать в том, чтобы меня так и понимали впредь. Далее, я полагаю, что это стекло и в своем исходном состоянии и находясь в печи содержит этой электрической жидкости не больше, чем прочая обыкновенная материя; что когда стекло выдули, то по мере его охлаждения частицы обыкновенного огня покидают его, оставляя поры пустыми. Что составные элементы стекла чрезвычайно малы и тонки, ясно следует из того, что когда оно разбивается, то поверхность плоскостей излома никогда не бывает шероховатой, а всегда гладкой, а малость его частиц позволяет мне сделать вывод, что поры между составными элементами стекла должны быть чрезвычайно малы, в чем и скрывается

причина того, что никакая кислота и никакой иной известный нам растворитель не могут проникнуть вглубь, чтобы разделить их и растворить вещество; равным же образом никакая известная нам жидкость, если не считать обыкновенного огня и электрической жидкости, не является достаточно тонкой для такого проникновения.

Теперь, когда уходящий обыкновенный огонь, как это уже говорилось выше, оставляет после себя пустоту между этими порами, куда из-за своей недостаточной тонкости не могут проникнуть и заполнить ее ни воздух и ни вода, в эту пустоту втягивается электрическая жидкость (которая имеется повсюду в том, что мы называем неэлектриками, и в их смесях, находящихся в воздухе), но остается не связанной с веществом стекла, а существует там, как вода в пористом камне, будучи удерживаема только притяжением неподвижных частей и оставаясь сама по себе свободной и подвижной.

Но далее я предполагаю, что при охлаждении стекла его структура становится плотнее всего в середине, образуя своеобразную перегородку со столь малыми порами, что частицы электрической жидкости, которые проникают внутрь одновременно с обеих поверхностей, не могут пройти насквозь или переходить туда и обратно с одной поверхности на другую и смешиваться между собой; и хотя частицы электрической жидкости, впитанные каждой поверхностью, не могут сами проникнуть сквозь стекло к частицам другой поверхности, сила их отталкивания способна это делать, благодаря чему эти частицы воздействуют друг на друга. Частицы электрической жидкости обладают взаимным отталкиванием, но, в силу притяжения стеклом, они конденсируются или сближаются друг с другом.

Когда стекло приобрело и благодаря своему притяжению сжало столько электрической жидкости, сколько нужно для того, чтобы сила притяжения и конденсирования в стекле сравнялась с силой расширения в жидкости, тогда больше оно впитать ее не сможет, и это остается его постоянным полным количеством; но каждая поверхность вобрала бы в себя больше электрической жидкости, если бы ее проникновению не препятствовало отталкивание со стороны той жидкости, которая находится в противоположной поверхности.

Поскольку количества этой жидкости на каждой поверхности равны между собой, действие отталкивания одного из них на другое равно действию второго на первое, а поэтому электрическая жидкость на одной поверхности не может вытеснить электрическую жидкость на другой; но если в одну поверхность принудительно вводится жидкость сверх того количества, которое стекло обычно впитывает, это увеличивает силу отталкивания на этой стороне и, преодолевая притяжение на другой, вытесняет часть жидкости, впитанной той поверхностью, если там будет неэлектрик, способный вместить ее; так обстоит дело во всех случаях, когда стекло электризуется для удара.

Поверхность, оказавшаяся путем такого вытеснения ее электрической жидкости лишенной последней, с силой приобретает равное же количество жидкости, как только стекло получает возможность разрядить избыточное количество этой жидкости по сравнению с тем, которое оно способно удержать притяжением со стороны своей другой поверхности, т. е. избыточное количество, дополнительное отталкивание которого создало пустоту. Что касается опытов, говорящих за эту гипотезу (если я не могу сказать подтверждающих ее), я вынужден, во избежание повторений, отослать к тому, что говорилось об электрической банке в моих прежних письмах.

34. Давайте теперь посмотрим, как она объясняет ряд других явлений... Стекло, будучи чрезвычайно упругим материалом (и, быть может, своей упругостью оно до некоторой степени обязано существованию в его порах столь большого количества этой жидкости со свойствами отталкивания), должно при натирании несколько растягиваться вдоль натираемой поверхности, так что его твердые частицы немного расступятся, а пустоты, в которых помещается электрическая жидкость, станут побольше и дадут место для дополнительного количества этой жидкости, которая мгновенно притечет в пустые места из подушки или руки, производящей натирание, а последние пополняют свой запас за счет окружающих предметов. Но в тот момент, как только прекращается натирание частиц стекла, таким образом раздвинутых и заполненных, они тотчас же сжимаются

и вытесняют дополнительное количество электрической жидкости на поверхность, где она должна находиться до тех пор, пока эта часть снова не придет через один оборот шара в соприкосновение с подушкой, если еще до этого тут не окажется какой-нибудь неэлектрик и не отведет это электричество *. Но если с внутренней стороны шара имеется обкладка из неэлектрика, то дополнительное отталкивание со стороны электрической жидкости, собранной путем такого натирания на трущейся части наружной поверхности шара, вытесняет равное количество этой жидкости из внутренней поверхности в эту обкладку из неэлектрика, которая, сняв и отведя эту жидкость с трущейся части шара в окружающую среду через ось шара и станину машины, даст возможность новой электрической жидкости проникнуть и остаться в наружной поверхности, причем в первичный проводник этой жидкости нисколько не поступит (или поступит очень мало). Как только эта заряженная часть шара, совершив полный оборот, опять подойдет к подушке, наружная поверхность сообщит свой избыток огня подушке, а противоположная внутренняя поверхность в это же самое время приобретет равное количество со стороны пола. Всем людям, знакомым с электричеством, известно, что, смочив шар изнутри, нельзя получить никакого или почти никакого электричества, хотя причину этого, насколько я осведомлен, никто не пытался объяснить.

34 [16]. Так, если натирать трубку, выложенную изнутри неэлектриком **, то из нее не извлечешь огня или получишь его мало. То, что поступает из руки при ее движении вниз, проникает в поры стекла и вытесняет равное количество из внутренней поверхности

* В темноте электрическую жидкость можно увидеть на подушке в виде двух полуколец или полумесяцев — одно с передней стороны и другое на темной части подушки как раз по линии раздела между шаром и подушкой. На передней стороне подушки огонь переходит из нее в стекло; с другой стороны он выходит из стекла и возвращается в тыльную часть подушки. Если поднести (к машине) первичный проводник, чтобы снять огонь со стекла, задний полумесяц исчезнет.

** Для этого вполне годится позолоченная бумага, обращенная лицевой стороной к стеклу.

электричества, поскольку он уже содержит в себе положенное его количество.

Таким образом, воздух никогда не отводит электрическую атмосферу от какого-либо предмета. Он скорее удерживает электрическую атмосферу, потому что электрическая атмосфера, вследствие взаимного отталкивания ее частиц, стремится к рассеиванию и немедленно рассеивается в пустоте... А тем самым получает объяснение опыт с перышком, заключенным в герметически закрытом стеклянном сосуде и приходящим в движение, если к сосуду поднести трубку после натирания. Когда стенке сосуда сообщается атмосферой трубки дополнительное количество электрической жидкости, некоторое ее количество отталкивается и вытесняется из внутренней стороны этой стенки в сосуд и там воздействует на перышко, возвращаясь обратно в свои поры по отстранении трубки с ее атмосферой. Не следует думать, что сами частицы этой атмосферы проникают сквозь стекло к перышку... С такой же легкостью эта гипотеза объясняет, как мне думается, всякое другое явление, связанное со стеклом и электричеством, которое мне доводилось наблюдать. И все же она может быть ошибочной, и я буду весьма обязан всем, кто предложит мне более правильное объяснение.

35. Таким образом, по моему мнению, разница между неэлектриками и стеклом, представляющим собой электрик per se, заключается в следующих двух особенностях. Во-первых, в неэлектрике можно легко изменить количество содержащейся в нем электрической жидкости. Вы можете уменьшить общее ее количество, изъяв часть, которую весь предмет вновь восстановит. А в стекле Вы в состоянии уменьшить лишь количество, заключающееся в одной из его поверхностей, и не в прямом смысле, а только путем одновременного подведения равного количества к другой его поверхности, так что все стекло будет всегда содержать в двух поверхностях одно и то же количество, слагающееся из их двух различных количеств. Но и это можно осуществить только в тонком стекле; в стекле свыше определенной толщины мы не в силах добиться такого изменения. Во-вторых, электрический огонь свободно перемещается с места на место

в обкладку из неэлектрика; при движении руки вверх она опять забирает то, что было сообщено наружной поверхности, а внутренняя получает обратно то, что было сообщено обкладке из неэлектрика. Таким образом, частицы электрической жидкости, принадлежащие внутренней поверхности, заходят в свои поры и выходят обратно при каждом движении руки вдоль трубки.

Поместите внутрь трубки проводник, чтобы он своим внутренним концом находился в соприкосновении с обкладкой из неэлектрика, и Вы получите лейденскую банку. Пусть другое лицо прикоснется к проводнику, пока производится натирание, и в этом случае огонь, вытесненный из внутренней поверхности, когда Вы осуществляете разряд, протечет через него в окружающие предметы и возвратится через него, когда внутренняя поверхность восполнит присущее ей количество, так что эта новая лейденская банка не сможет быть заряжена таким путем. Однако ее можно зарядить так. Пусть после каждого взмаха, перед тем как переместить Вашу руку для следующего взмаха, другое лицо прикасается своим пальцем к проводнику, извлекает искру и затем убирает свой палец, проделывая это до тех пор, пока не извлечет ряд искр; тем самым внутренняя поверхность будет истощена, а наружная заряжена. Затем плотно оберните листом позолоченной бумаги наружную поверхность, и, охватив ее рукой, Вы почувствуете удар, если дотронетесь пальцем другой руки до проводника, потому что в этом случае пустующим порам внутренней поверхности будет сообщено недостающее им количество электрической жидкости, а перезаряженные поры наружной поверхности избавятся от этого избытка; равновесие восстановится через Ваше тело, но оно не могло бы восстановиться через стекло*. Если в трубке не будет воздуха, нет необходимости иметь обкладку из неэлектрика, соединяющуюся с проводом, ибо в пустоте (in vacuo) электрический огонь свободно перелетает с внутренней поверхности без проводника из неэлектрика, а воздух сопротивляется движению этого огня, потому что он, будучи электриком per se, не притягивает

* См. «Дополнительные опыты...», раздел 15.

внутри неэлектрика и через него, тогда как сквозь стекло он не проходит. Если Вы сообщаете какое-то количество электрического огня одному концу длинного металлического прутка, тот приобретает его, и в момент вхождения этого огня все частицы, находившиеся еще до этого в прутке, сдвигают своих соседей вплоть до дальнего конца, где избыток разряжается, причем это происходит мгновенно, если пруток представляет собой участок цепи в опыте с электрическим ударом. Но стекло, то ли благодаря малости своих пор, то ли вследствие более сильного притяжения со стороны своих составных элементов, не допускает столь свободного перемещения: стеклянный стержень не передает электрического удара, и равным же образом даже самое тончайшее стекло не позволит какой-либо частице, проникшей в одну из его поверхностей, пройти сквозь него и выйти к другой.

36. Отсюда нам становится ясной невозможность успеха предлагавшихся опытов по выделению из таких, например, неэлектриков, как корица, той невесомой среды, истечением которой обусловлено распространение аромата, и по переносу последней внутрь тела путем смешения ее с электрической жидкостью и помещения для этого корицы в шар с последующим его натиранием и т. д. Ведь хотя смешение внутри шара аромата корицы с электрической жидкостью и возможно, они никак не смогут истечь вместе через поры стекла и попасть в первичный проводник, потому что сама электрическая жидкость не может пройти сквозь стекло и потому что первичный проводник всегда снабжается ею из подушки, а подушка из пола. И, кроме того, если шар заполнить корицей или другим неэлектриком, то по изложенной выше причине из его наружной поверхности нельзя получить никакой электрической жидкости. Я пытался иным путем, представлявшимся мне более вероятным, получить смесь электрической жидкости с носителями аромата, если подобная смесь возможна вообще.

Я поместил стеклянную пластинку под подушку моей машины, чтобы прервать ее соединение с полом, и затем соединил одной небольшой цепочкой подушку с флаконом скипидара, а другой — сам скипидар с полом, проследив, чтобы цепочка, соединяющая подушку

со стеклом, нигде не соприкасалась со станиной машины. Человек, подлежащий электризации, брался рукой за конец еще одной цепочки, другим концом прикрепленной к первичному проводнику. Концы двух цепочек во флаконе разделялись друг от друга слоем скипидара толщиной в один дюйм. Теперь при вращении шара нельзя уже было извлечь огонь из пола через машину, потому что цепь в данном направлении была разорвана толстой стеклянной пластинкой под подушкой, и огонь мог пройти только через цепочки, концы которых были погружены в скипидар. А поскольку скипидар, будучи электриком per se, не мог проводить огонь, все то, что поступало со стороны пола, вынуждено было перескакивать с конца одной цепочки на конец другой через скипидар в виде наблюдавшихся нами больших искр. На своем пути огонь вполне мог захватить и унести некоторые мельчайшие частицы скипидарного масла. Однако такого явления не наблюдалось, и я не смог ощутить ни малейшей разницы в запахе собранной таким образом электрической жидкости по сравнению с тем, что было раньше. Не было никакой разницы и в отношении действия на тело наэлектризованного человека.

Таким же точно образом я наполнял банку не водой, а раствором крепкого слабительного, затем заряжал банку и получал от нее неоднократные удары; в данном случае каждая частица электрической жидкости должна была, прежде чем пройти через мое тело, пройти и через жидкость при заряжении банки и возвратиться через нее при разряжении. Однако процедура эта ни к чему не привела, и все обстоит так, как если бы заряжалась банка с водой. В дополнение ко всему я нюхал электрический огонь, когда он проходил через золото, серебро, медь, свинец, железо, дерево и человеческий организм, и не заметил при этом никакой разницы: запах был всегда одинаковым, если искра не зажигала того, во что она ударяла. А потому мне представляется, что электрический огонь не приобретает этот запах от тех предметов, через которые он проходит. И на самом деле, поскольку этот запах столь просто расстается с электрической субстанцией и пристает к пальцу, в который ударила искра, а также к другим предметам, то я подозреваю, что он никогда с электриче-

ством связан не был, а мгновенно возникает из чего-то находящегося в воздухе, когда на последний воздействует электрический огонь. Ведь если запах достаточно тонок для того, чтобы проникать с электрической жидкостью через организм одного человека, так почему же он должен останавливаться кожей другого?

Мне не хватило бы моей жизни для того, чтобы поведать о всех моих предположениях, взглядах и мыслях об этой электрической жидкости и рассказать о множестве небольших поставленных нами опытов. Это письмо и без того уже получилось слишком пространным, и мне следует просить прощения, что у меня сейчас недостает времени, чтобы сократить его. Добавлю только то, что здесь мы научились зажигать электрической искрой спирт без подогрева (в летнее время, когда термометр Фаренгейта показывает выше 70°), а когда бывает холоднее, то оператору достаточно сунуть маленький плоский флакон спирта незадолго до использования за пазуху или в узкий карман вместе с ложкой; теплоты человеческого тела будет более чем достаточно для этой цели.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОПЫТ,

подтверждающий, что при заряжении лейденской банки количество электрического огня в ней не становится больше или меньше прежнего, что при ее разряжении огонь не исходит одновременно из провода и из обкладки, как это полагают некоторые, что обкладка всегда приобретает разряжаемое проводом (или равное разряжаемому) количество и что наружная поверхность всегда пребывает в отрицательном состоянии электричества, тогда как внутренняя — в положительном

Поместите толстую стеклянную пластинку под натирающую подушку с тем, чтобы преградить прохождение электрического огня от пола к подушке, и тогда, если не будет тонких концов или волосяных нитей, выступающих из подушки или противолежащих ей частей машины (в отношении чего Вы должны быть внимательны), Вы

сумеете получить от первичного проводника лишь несколько искр, т. е. все то, с чем может расстаться подушка.

Теперь подвесьте банку к первичному проводнику, и она не зарядится, хотя Вы будете держать ее за обкладку... Но стоит только соединить при помощи цепочки обкладку с подушкой, и банка зарядится.

Теперь шар приобретает электрический огонь из наружной поверхности банки и принуждает его течь через первичный проводник и провод банки к внутренней поверхности. Следовательно, банка заряжается собственным огнем и никакого другого она не может иметь, пока стеклянная пластинка находится под подушкой.

Подвесьте к первичному проводнику на льняных нитках два пробковых шарика; затем коснитесь обкладки банки, и они наэлектризуются и разойдутся.

Ведь ровно столько огня, сколько Вы сообщите обкладке, разрядится через провод на первичный проводник, откуда пробковые шарики и приобретают электрическую атмосферу.

... Но возьмите проволоку, согнутую в виде буквы С, с ручкой из сургуча посередине и приложите ее одним концом к обкладке, а другим к первичному проводнику, и тогда банка разрядится; и если до разряжения шарики не были наэлектризованы, такими же они останутся и после разряжения и отталкивать друг друга не станут.

Теперь, если бы огонь, разряженный с внутренней поверхности банки через ее провод, сохранился бы на первичном проводнике, шарики были бы наэлектризованными и отодвинулись бы друг от друга.

Если бы банка в действительности разряжалась с обоих концов и извергала огонь как из обкладки, так и из провода, шарики оказались бы сильнее наэлектризованными и в *большей степени* разошлись бы, потому что сургучная ручка препятствует всякому исчезновению огня.

Но если внутренняя обкладка содержит в себе избыток огня, в точности равный его недостатку на наружной, то он перетечет с од-

ной на другую по проволоке с сургучной ручкой, восстановит равновесие в стекле и не изменит состояния первичного проводника.

Следовательно, мы устанавливаем, что если первичный проводник был наэлектризован, и пробковые шарики находились до разряжения банки в состоянии отталкивания, то в этом состоянии они останутся и после разряжения. Если же первичный проводник не был наэлектризован, то пробковые шарики при разряжении банки электризоваться не будут.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ПРОТОКОЛА

заседания Королевского общества, содержащее некоторые замечания члена этого общества г-на У. Уотсона по поводу предшествующих писем, а также просьбу к члену Общества г-ну П. Коллинсону написать своему корреспонденту в Филадельфию относительно умерщвления индейки электрическим разрядом

«... При заслушании третьего письма на заседании Королевского общества г-н Уотсон выступил с замечаниями о том, что отдельные опыты г-на Франклина нужно признать новыми и интересными, но что, кроме того, сам г-н Уотсон не вполне понимает часть рассуждения этого джентльмена. В этом рассуждении есть два момента, заслуживающие более пристального внимания, а именно: во-первых, когда этот джентльмен говорит в своем письме, что электричество находится в стекле, он всегда имеет в виду накопленное электричество; что же касается его предшествующих писем, которые г-ну Уотсону довелось видеть, то этим джентльменом постоянно проводятся взгляды, что исходная электрическая сила поступает не из самого стекла, а из дотоле так называвшихся неэлектрических субстанций и затем прилагается к стеклу при натирании последнего. Во-вторых, он полагает — в противоположность тому, что было доложено г-ном Уотсоном Обществу, и считая при этом, что г-н Уотсон, судя по напечатанным сочинениям, упорно держится своих взглядов, — что при всех улучшениях лейденского опыта удар обязан своей силой не какому бы то ни было накоплению электрической

субстанции в воде или неэлектриках прочего вида, применяющихся при этом опыте, а что удар происходит благодаря стеклу, вмещающему эту воду, и т. п.

При этом г-н Уотсон заметил, что пока он еще не усматривает повода к изменению своей прежней точки зрения или отказу от нее и что он не один раз ставил опыт, который, на его взгляд, является весьма убедительным при выяснении этого момента.

Опыт этот следующий. Если какое-то лицо наэлектризует сполна при помощи куска проволоки, соединенной с первичным проводником, банку, на две трети налитую водой или прочей подходящей неэлектрической субстанцией, с тем, чтобы из банки было проще извлекать электричество, и перельет из нее воду в другой сосуд, который держит одной рукой другое лицо на подставке из воска, то при приближении последним в момент переливания воды пальца другой руки к подогретому спирту, находящемуся в руках третьего лица, проскочит искра, нередко воспламеняющая спирт.

Это подтверждает, что во втором лице накопилось электричество, которое могло быть сообщено ему не иначе, как посредством переливания воды из банки в сосуд, находившийся в его руках. Но раз сосуд находился в соприкосновении только с водой, а не с самой банкой, следует полагать, что электричество перешло из воды.

Еще г-н Уотсон посоветует нашему дорогому брату г-ну Коллинсону написать своему корреспонденту г-ну Франклину о нашем желании узнать, насколько успешными оказались его попытки убить индейку электрическими ударами».



ПИСЬМО VI

Вен. Франклина, Филадельфия,
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

27 июля 1750 г.

Сэр,

Г-н Уотсон, мне думается, писал свои замечания по моему последнему письму в спешке, без того, чтобы поначалу хорошенько обдумать опыты, описанные в п. 17 *, которые попрежнему представляются мне имеющими решающее значение в вопросе, происходит ли накопление электрического огня в электризованном стекле или же в неэлектрической субстанции, имеющей сообщение со стеклом, и которые показывают, что на самом деле накопление происходит в стекле.

Что же касается того опыта, о котором говорит изобретательный джентльмен и который воспринимается им как доказывающий правоту той стороны, то я убежден в том, что он изменит свою точку зрения, если поразмыслит над тем, что, хотя лицо, прикладывающее провод заряженной банки к подогретому спирту, находящемуся в ложке, которую держит другое лицо (оба они стоят на полу), зажжет спирт, все-таки подобное воспламенение не определит того, где же происходит накапливание — в стекле или в неэлектрике; также если между ними поместить на подставке из воска третье лицо с сосудом в руке, в который переливается вода из банки, причем в момент переливания это лицо приблизит палец другой руки к спирту,

* См. письмо, озаглавленное «Дальнейшие опыты...».

то это ничуть не меняет картины; поток из банки, боковая поверхность сосуда, руки и тело лица, стоящего на подставке из воска, — все это вместе образует единый длинный провод, идущий от внутренней поверхности банки к спирту.

29 июня 1751 г.* В отчете капитана Уоддела о последствиях удара молнии в его корабль я не мог не обратить внимания на крупные comazants [17] (как он их называет), которые подлетали к металлической обшивке верхней стеньги топ-мачты и горели подобно очень большим факелам (до удара молнии). По моему мнению, в тот момент из тучи происходило истечение электрического огня, как по острию, а большая величина пламени означала, что в туче скопилось огромное количество электричества; и если бы тогда существовала хорошая проводная связь между верхушками оснастки и морем, способная проводить лучше, чем просмоленные веревки или мачты из пропитанного скипидаром дерева, тогда, как мне представляется, либо не последовало бы никакого удара, либо же проволока провела бы весь удар в море без ущерба для корабля.

Его компасы утратили магнитные свойства или переменили полюса: северный полюс повернулся на юг... Посредством электричества нам (здесь в Филадельфии) часто удавалось сообщать иголкам полярность и изменять ее по желанию на противоположную. Г-н Уильсон [18] в Лондоне пытался осуществлять это на слишком крупных предметах и со слишком малой силой.

Удар от четырех больших стеклянных банок, пропущенный через тонкую швейную иглу, сообщает ей полярность, и она устанавливается в определенном направлении, будучи положенной на воду. Если игла при ударе направлена по линии восток-запад, то ее конец, через который проникает электрический взрыв, станет указывать на север... Если игла лежит по линии север-юг, то конец, показывающий на север, будет, если иглу положить на воду, попрежнему показывать на север независимо от того, с какого конца в нее вошел огонь.

* Эти сведения были внесены автором в текст данного письма впоследствии. (*Ред.*).

Сообщенная полярность получается сильнее всего тогда, когда при ударе игла показывает с севера на юг; слабее всего, когда она лежит по линии восток-запад; быть может, если бы сила была еще больше, южный конец, в который вошел огонь (когда игла указывала с севера на юг), мог бы стать северным — в ином случае мы не смогли бы объяснить перемену полюсов компасов молнией, потому что стрелки компасов должны всегда оставаться в таком положении, а по нашим небольшим опытам, независимо от того, вошел ли взрыв с севера и вышел на юге или, наоборот, конец, показывающий на север, все еще попрежнему должен показывать на север.

При этих опытах концы стрелок иногда становятся от электрического пламени слегка ворожеными, как часовая пружина... Оттенок от разряда только двух банок сходит, а от четырех сохраняется, причем иглы часто плавятся. Посылаю Вам несколько таких иголок, концы и ушки которых были оплавлены воспроизведенной нами молнией, вместе с булавкой, конец, шейка и часть головки которой подверглись оплавлению. Порой плавится с поверхности и сам корпус иглы, при рассмотрении которого через увеличительное стекло на нем можно обнаружить пузырьки. Емкость банок, которыми я пользуюсь, достигает семи — восьми галлонов; внутренняя и наружная обкладка делаются из станиоля; чтобы зарядить такую банку, требуется до тысячи оборотов* шара диаметром девять дюймов.

Посылаю Вам два станиолевых образца, расплавившихся между стеклами силой всего двух банок.

Мне не приходилось слышать, чтобы кому-либо из европейцев, занимающихся электричеством, удавалось зажигать порох электрическим пламенем... У нас это делается таким образом... В небольшой

* Впоследствии подушка покрывалась длинной полоской оленьей шкуры, которая плотнее прилегала к шару. При этом приходилось заботиться о хранении полоски при надлежащей температуре, чтобы шкура не пересыхала и в то же время не была слишком влажной.

Подобное устройство позволяло нам получать гораздо больше электрической жидкости, так что хватало 150 оборотов. 1753 г.

патрон засыпается сухой порох, который набивается с такой силой, что отдельные порошинки раздавливаются. Затем с каждого конца патрона в порох втыкается по одному куску проволоки так, чтобы их концы в середине патрона отстояли друг от друга не более чем на полдюйма. Теперь порох помещается в цепь четырех банок, при разряде которых электрическое пламя перескакивает внутри патрона через порох с конца одной проволоки на конец другой, поджигает его, и взрыв пороха происходит одновременно с треском разряда.

Ваш и т. д.

В. Франклин



ПИСЬМО VII

Вен. Франклина, Филадельфия,
некоему К. К., Нью-Йорк
(Сообщено г-ну Коллинсону)

1751 г.

Сэр,

При сем прилагаю для Вас ответы в том виде, в каком я смог их дать при теперешней моей большой занятости делами, на основные вопросы, содержащиеся в Вашем письме от 28-го числа текущего месяца, и прошу разрешения отослать Вас к последнему произведению в напечатанном собрании моих писем за дополнительными разъяснениями по поводу разницы между тем, что называется электриками per se и неэлектриками. После того как Вы прочтете и обдумаете эти письма, я постараюсь поставить любые новые опыты, которые Вы найдете нужным предложить и которые, на Ваш взгляд, будут способны пролить новый свет или принести удовлетворение одному из нас. Кроме того, я буду Вам премного обязан за все пришедшие Вам в голову замечания, возражения и т. п. Забыл, писал ли я Вам о том, что мне удавалось электрической искрой расплавлять латунные булавки и стальные иглы, менять полюсы магнитной иглы, сообщать магнетизм и полярность иглам, их не имевшим, и запаливать сухой порох. У меня есть пять банок по восемь — девять галлонов каждая, заряда пáры которых хватает для этих дел, хотя я умею заряжать и разряжать их все в совокупности. Нет границ (если не считать стоимости и труда) для силы, которую человек может получить и употребить электрическим путем. Потому что банки можно

присоединять одну к другой до бесконечности, и все они, будучи соединены и разряжены вместе как одно целое, породят силу и действие пропорционально их числу и объему. Этим путем без особого труда можно будет, мне думается, превзойти самое мощное из известных действий обыкновенной молнии, поверить чему несколько лет тому назад было никак нельзя, и даже теперь это предположение многим может показаться немного сумасбродным... Так что мы превзошли теперь в умении двухгодовалых чертенят Рабле, кои, как он забавно отмечает, научились только низвергать гром да метать небольшие молнии вокруг кочана капусты.

Остаюсь с искренним уважением, премного Вам обязанным Вашим покорным слугою

В. Франклин.

Вопросы и ответы, о которых шла речь в предыдущем письме

Вопрос: В чем состоит разница между предметом из *электрика* и предметом из *неэлектрика*?

Ответ: Понятия электрик per se и неэлектрик на первых порах употреблялись для того, чтобы различать предметы, исходя из той ошибочной предпосылки, что только предметы, называемые электриками per se, содержат в своем веществе электрическую субстанцию, которая при натирании возбуждается и может быть получена или извлечена из них и передана так называемым неэлектрикам, кои считались лишенными электрической субстанции. Ведь стекло и прочие электрики per se при натирании обнаруживают признаки обладания электрической субстанцией посредством удара в палец, притягивания, отталкивания и т. д. и могут сообщать эти признаки металлам и воде... Впоследствии было установлено, что натирание стекла не создает электрической субстанции, если не предусмотреть сообщения между натирающим предметом и полом. А последующие опыты показали, что на самом деле электрическая субстанция извлекается из тех предметов, которые на первых порах считались вообще

не содержащими ее. Затем возникло сомнение, заключают ли на самом деле стеклянные и прочие тела, называемые электриками per se, в себе какую бы то ни было электрическую субстанцию, поскольку они, очевидно, не отдавали никакой электрической субстанции, кроме той, которую они сами извлекали до этого из предметов, называемых неэлектриками. Но некоторые из моих опытов показывают, что стекло содержит ее в большом количестве, и я теперь подозреваю, что она довольно равномерно рассредоточена по всей массе нашего шара, состоящего из суши и воды. Если дело обстоит именно таким образом, то понятия *электрик* per se и *неэлектрик* должны быть отброшены как неверные и заменены понятиями *проводник* и *непроводник* (единственное отличие одних тел от других состоит только в том, что некоторые из них проводят электрическую субстанцию, а другие нет). Если куску проводящего материала придать порцию электрической субстанции, то она проникнет в него и потечет по нему или же равномерно распределится по его поверхности; в случае непроводящего материала ничего подобного не произойдет. Идеальными проводниками электрической субстанции являются только металлы и вода. Прочие тела проводят лишь постольку, поскольку в них имеются примеси металлов и воды, и без того или иного содержания последних они вообще проводить не могут *. Кстати говоря, это выявляет дотоле неведомое новое родство между металлами и водой.

Это можно показать путем сравнения, хотя, правда, сходство будет весьма отдаленным. Электрическая субстанция проходит через проводники подобно тому, как вода протекает через пористый камень и распределяется по их поверхности, как вода растекается по мокрому камню; но когда электрическая субстанция придается непроводникам, ее можно уподобить капле воды на сальном камне: она не проникает внутрь, не проходит сквозь камень и не растекается

* Впоследствии было установлено, что это предположение носит слишком общий характер. Г-н Уильсон открыл, что воск и смола по расплавлении приобретают способность проводить.

по его поверхности, а остается в каплях там, куда упала. Дополнительно по этому предмету посмотрите главу в моем последнем печатном сочинении под заголовком «Взгляды и предположения...», 1749 г.

Вопрос: Какое влияние оказывает воздух на электрические опыты?

Ответ: Все, что мне удалось до сих пор заметить, сводится к следующему. Влажный воздух приобретает и проводит электрическую субстанцию соразмерно своей влажности; совершенно сухой воздух ни той, ни другой способностью не обладает и, следовательно, должен быть причислен к классу непроводников. Сухой воздух способствует сохранению электрической атмосферы около предмета, который она окружает, и предотвращает ее рассасывание. Ведь в пустоте электрическая атмосфера легко исчезает, а острия воздействуют сильнее, т. е. электрическая субстанция с последних либо свободнее стекает, либо они ее свободнее притягивают, причем все это происходит на бо́льших расстояниях. Таким образом, воздух, разделяющий один предмет от другого, в какой-то мере мешает переходу электрической атмосферы с одного из них на другой. Чистую электрическую банку с проводом при заполнении ее вместо воды воздухом невозможно ни зарядить, ни получить от нее удара; в этом случае дело обстоит ничуть не лучше, чем при ее наполнении порошком стекла; но стоит только удалить воздух, и банка начнет действовать, как будто в нее налили воду. Тем не менее электрическая атмосфера и воздух, видимо, не исключают друг друга, раз мы можем свободно дышать в электрической атмосфере и раз продувание сухого воздуха через нее не уносит и не перемещает ее. Я сомневаюсь в том, что даже самый сильный сухой норд-вест * смог бы развеять электрическую атмосферу. Однажды я наэлектризовал большой пробковый шар, привязанный за конец шелковой нитки длиной три фута, и стал, придерживая другой ее конец пальцами, вращать его, как пращу, со всей своей силой. После ста оборотов, составивших, должно быть, путь в воздухе, равный 800 ярдам (с учетом увеличе-

* Холодный сухой ветер Северной Америки.

ния полудиаметра вращения на целый фут за счет руки), шар все же сохранил свою электрическую атмосферу. Под совершенно сухим воздухом я подразумеваю наиболее сухой воздух, какой только мы можем получить, потому что, пожалуй, нам никогда не удастся получить абсолютно свободный от влаги воздух. Как я установил при помощи одного забавного опыта *, если его аккуратно провести, электрическая атмосфера, возникающая вокруг толстого провода, вставленного в банку с воздухом, нисколько воздуха из нее не вытесняет, а при удалении этой атмосферы никакого воздуха в банку не врывается. Отсюда мы сделали вывод, что электрическая атмосфера не влияет на упругость воздуха.

Опыт для выявления новых свойств электрической жидкости

Подвесьте к первичному проводнику пулю на проволочном крючке, а ниже пули на расстоянии около полдюйма поместите светлый

* Упомянутый здесь опыт проводится следующим образом. Пустую банку затыкают пробкой, через которую, как обычно при лейденском опыте, пропускают толстый провод, доходящий почти до самого дна банки. Рядом с проводом через пробку же пропускают одно колено небольшого стеклянного сифона, второе колено которого спускается снаружи почти до самого основания банки. Сначала банку держат непродолжительное время в руках, нагревая ее и, конечно, несколько разряжая в ней воздух, с одновременным вытеснением небольшой его порции через сифон. Затем конец наружного колена сифона опускают в чайную ложку с красными чернилами с тем, чтобы часть чернил при охлаждении воздуха внутри банки могла несколько подняться по этому колену вверх. Когда температура воздуха внутри банки сравняется с комнатной, чернильная капля установится в определенном месте наружного колена. Но теплота пальца, если его приложить к банке, заставит каплю опуститься вниз по колену, тогда как незначительное охлаждение наружного воздуха будет сопровождаться ее перемещением вверх. Когда капля остановится в определенном положении, провод банки электризуют при помощи соединения с первичным проводником. Предполагалось, что, создав таким образом электрическую атмосферу внутри банки, удастся разрядить находящийся в ней воздух, что, разумеется, повело бы к опусканию капли чернил в сифоне, однако подобного действия не обнаружилось.

кусок серебра, на который должны проскакивать искры. Теперь начинайте вращать колесо, и через несколько минут (если искры ударяются все время в одно и то же место) на серебре образуется голубоватое пятно, по цвету напоминающее часовую пружину.

На светлом куске железа также образуются пятна, но другого цвета; создается впечатление, что железо как будто заржавело.

На золоте, латуни и олове мне не удалось обнаружить каких-либо следов искр. Но характер следов на серебре и железе не зависит от того, из какого материала сделана пуля, будь то свинец, латунь, золото или серебро.

На серебряной пуле тоже остается небольшое пятно, как и на пластинке под ней.



ПИСЬМО VIII

Э. Киннерслея, Бостон,
Вен. Франклину, Филадельфия
(Сообщено с ответами г-ну Коллинсону)

3 февраля 1752 г.

Сэр,

Я должен сообщить о следующих опытах.

Берясь рукой за проволоку, которая прикреплена к ручке колодезного насоса, я пытался установить, не будет ли удар через мои руки от первичного проводника в данном случае сильнее, чем если бы он передавался только к поверхности земли, но не обнаружил никакой разницы.

Надев стрелку компаса на конец длинной булавки и поместив ее в атмосферу первичного проводника на расстоянии около трех дюймов от него, я обнаружил, что она начинает вращаться, подобно вертелу, с большой скоростью.

Подвесив на шелковой нитке пробковый шарик, величиной с горошину, я подносил к нему, предварительно натерев, янтарь, сургуч и серу; в любом этом случае шарик сильно отталкивался. Затем, испробовав таким же способом стекло и фарфор, я обнаружил, что они притягивают его, пока он не наэлектризуется и не оттолкнется, как в первом случае. Шарик, отталкиваемый таким образом предварительно натертым стеклом или фарфором, будет притягиваться янтарем, сургучом и серой, если их натереть. Затем я электризовал

шарик при помощи провода заряженной банки и подносил к нему натертое стекло (пробку графина) и фарфоровую чашку, которые отталкивали его ничуть не слабее самого провода банки; но когда я подносил к нему, предварительно натерев, любой из других электриков, шарик сильно притягивался. Если шарик наэлектризовать при помощи натертого янтаря, сургуча или серы, пока они не станут отталкивать его, то теперь провод банки будет притягивать его, а ее обкладка отталкивать.

Эти опыты поразили меня и заставили сделать следующие парадоксальные выводы.

1. Если у одного конца первичного проводника поместить стеклянный шар, а у другого — шар из серы, оба одинаково исправные, то при одинаковом вращении этих шаров Вы не сможете извлечь ни одной искорки огня из первичного проводника, потому что один шар будет с такой же скоростью забирать огонь, с какой другой шар станет отдавать его.

2. Если к проводнику подвесить банку с цепью от ее обкладки к столу и начать вращать только один из шаров, то, например, за двадцать оборотов колеса банка зарядится, а после такого же числа оборотов другого колеса разрядится, а еще за столько же его оборотов снова зарядится.

3. Если вращать оба шара, снабженных отдельными проводниками, к одному из которых подвешена банка, а к другому прикреплена цепочка, то банка станет заряжаться, причем один шар будет заряжать ее положительно, а другой отрицательно.

4. Зарядив таким образом банку, перевесьте ее точно так же на другой проводник и начните вращать опять оба колеса; за то же число оборотов, за которое она раньше заряжалась, теперь она разрядится и еще за столько же оборотов снова зарядится.

5. Если оба шара соединены с одним и тем же проводником, от которого к столу идет цепочка, то при вращении одного из шаров (которого именно я не знаю) он будет извлекать огонь через подушку и разряжать его через цепочку, тогда как другой шар станет извлекать его через цепочку и разряжать через подушку.

Я охотно предоставлю Вам шар из серы для испытаний, если Вы пришлете кого-нибудь ко мне домой за ним и за припадлежащей ему подушкой. Однако должен предостеречь Вас от употребления мела для подушки, потсму что в этих целях лучше пользоваться мелким порошком серы. Если Вы обнаружите, как я на это рассчитываю, что шары будут заряжать проводник по-разному, то Вы, я надеюсь, сумеете придумать какой-нибудь способ определения того, какой же из двух шаров заряжает его положительно.

Остаюсь и т. д.

Э. Киннерслей



ПИСЬМО IX

Вен. Франклина, Филадельфия,
г-ну Э. Киннерслею, Бостон

2 марта 1752 г.

Сэр,

Благодарю Вас за сообщение об опытах. Я сразу же послал за Вашим серным шаром, чтобы провести рекомендованную Вами проверку, но обнаружил, что для него еще требуются центры, достать которые у меня пока не нашлось времени, но при первом же досуге я приведу шар в пригодность к использованию, поставлю опыты и познакомлю Вас с их результатами.

А пока я подозреваю, что наблюдавшееся Вами притяжение и отталкивание разного рода проистекало, пожалуй, от большего или меньшего количества огня, получавшегося Вами из различных предметов, чем от того, что огонь был разного рода или имел разное *направление*. Очень спешу и заканчиваю.

Остаюсь и т. д.

В. Франклин.



ПИСЬМО X

Вен. Франклина, Филадельфия
г-ну Э. Киннерслею, Бостон

16 марта 1752 г.

Сэр,

Приведя в пригодность Ваш серный шар, я проверил один из предложенных Вами опытов и был приятно удивлен, обнаружив, что, если поместить стеклянный шар у одного конца проводника, а серный у другого и начать их вращать, то из проводника нельзя извлечь ни одной искры иначе, как при вращении одного шара медленнее другого или когда один шар работает хуже, чем другой. Но и тогда искра получается пропорционально этой разнице, так что, если их в первом случае вращать с одинаковой скоростью или если во втором случае шар, работающий лучше, вращать медленнее другого, из проводника снова нельзя будет извлечь искры.

Я также убедился в том, что если провод банки зарядить от стеклянного шара, он притянет пробковый шарик, к которому до этого прикасались проводом банки, заряженной от серного шара, и наоборот, так что пробка будет перелетать от одной банки к другой, как если бы одна из них была заряжена через провод, а другая через обкладку только от одного стеклянного шара. Если же одну банку зарядить от серного шара, а другую от стеклянного, то при соприкосновении своими проводами они обе разрядятся, а держащий их в своих руках человек ощутит удар.

Эти опыты создают уверенность в том, что предложенные Вами второй, третий и четвертый опыты удадутся именно так, как Вы это предполагаете, хотя за недостатком времени сам я их не проверил . . . По нижеследующим причинам мне представляется, что стеклянный шар заряжает положительно, а серный отрицательно.

1. Хотя как будто бы серный шар действует одинаково хорошо по сравнению со стеклянным, все же от него при отдельном его вращении ни разу не удавалось получить столь большую и далекую искру между моим пальцем и проводником, как при работе одного стеклянного шара; это, мне думается, вызывается тем, что тела определенной величины не могут так же легко расставаться с тем количеством электрической жидкости, которое они заключают в себе и удерживают притяжением *внутри* своего вещества, как они могут приобретать дополнительное ее количество на свою поверхность через посредство атмосферы. Поэтому из проводника нельзя извлечь столько, сколько можно передать *на* него.

2. Я заметил, что поток (или кисть) огня, появляющийся у конца соединенной с проводником проволоки, бывает в случае работы стеклянного шара длинным, большим и очень разветвленным, сопровождаясь взрывным (или гремящим) шумом; но когда используется сера, поток становится коротким и небольшим, а шум делается шипящим; при этом совершенно обратное происходит, когда Вы беретесь рукой за эту же самую проволоку и вращаете поочередно шары: при работе серного шара кисть бывает большой, длинной и кустистой с взрывным (или гремящим) шумом, а при вращении стеклянного — короткой, небольшой и шипящей... Когда кисть бывает длинной, большой и сильно расходящейся, тогда предмет, с которым она соединена, представляется мне выбрасывающим огонь наружу, а когда наблюдается обратная картина, огонь как будто вбирается предметом в себя.

3. Я заметил, что если держать палец перед вращающимся серным шаром, то поток огня между пальцем и шаром кажется растекающимся по его поверхности, как если бы он вытекал из пальца; в случае стеклянного шара наблюдается обратная картина.

4. Холодный ветерок (как мы называем его), воспринимающийся обычно как бы дующим с наэлектризованного острия, бывает, как мне думается, заметнее в случае работы стеклянного шара, нежели серного... Но все это — пока поспешные мысли. Что же касается Вашего пятого парадокса, то и он должен быть верен, если шары вращать поочередно, тогда как при одновременной работе огонь не может ни притекать вверх и ни утекать вниз по цепочке, потому что один шар забирает огонь с той же быстротой, с какой другой шар производит его.

Мне хотелось бы знать, не будут ли результаты обратными, если стеклянный шар сделать сплошным, а серный полым, но в настоящее время у меня нет возможностей проверить это.

При Ваших поездках стеклянные шары иногда разбиваются, а серные неудобны из-за своего веса.

Вопрос: Не сможет ли тонкий слой серы, налитый на лист картона, служить при случае подушкой, тогда как шар, обтянутый кожей (при правильном устройстве), мог бы извлекать огонь из серы и заряжать проводник положительно? Подобный шар не был бы хрупким *. Мне думается, что я представляю себе, как его можно было бы сделать, но за недостатком времени ничего больше добавить по этому поводу не могу.

Ваш В. Франклин.

Предыдущие письма были переведены на французский язык и напечатаны в Париже; аббат Матеас в письме к д-ру Стефену Хейлсу [19] с пометкой «Сен-Жермен. 20 мая 1752 года» дает следующее описание (напечатанное в «Philosophical Transactions») опыта, проведенного в Марли в порядке осуществления предложения г-на Франклина (см. стр. 63):

* Замечательные открытия покойного г-на Симмера, касающиеся положительного и отрицательного электричества, полученного путем взаимного натирания черного и белого шелка и т. д., дают ключ к тому, в каком направлении должно вестись дальнейшее усовершенствование.

«Сэр,

Филадельфийские опыты, которые член Королевского общества г-н Коллинсон сделал достоянием широкой гласности, вызвали во Франции всеобщее восхищение, а король даже изъявил желание присутствовать лично при их постановке. В этой связи герцог д'Айен предложил его величеству воспользоваться своей виллой в Сен-Жермене, где доктор экспериментальной философии де Лор предполагал поставить филадельфийские опыты. Его величество с большим удовлетворением наблюдал за ходом опытов и весьма одобрительно высказывался о господах Франклине и Коллинсоне. Эти лестные замечания его величества породили у господ де Бюффона [20], д'Алибара [21] и де Лора желание проверить предположения г-на Франклина относительно родства молнии с электричеством, в связи с чем они начали подготовку к проведению такого опыта.

Г-н д'Алибар выбрал для этой цели сад в Марли, где он укрепил на подставке из электрика заостренный железный шест высотой в 40 футов. Десятого мая, в два часа двадцать минут пополудни, после того как над местом, где был установлен шест, прошла грозовая туча, лица, приставленные для наблюдения, подошли к шесту и извлекали из него искры огня, заметив при этом те же самые явления, что и при обычных электрических опытах.

Г-н де Лор, находясь под впечатлением этого весьма успешного опыта, решил повторить его у себя дома в парижском предместье Эстрападе. Он воздвиг железный шест высотой 99 футов, укрепив его на смоляной подставке площадью в два квадратных фута и толщиной три дюйма. 18-го мая, между четырьмя и пятью часами после полудня, над шестом в течение получаса проходила грозовая туча. В это время ему удалось извлекать из шеста искры, как из ружейного ствола при электрических опытах с натиранием шара только одной подушкой. Шум, огонь и потрескивание, сопровождавшие эти искры, были такими же, как и при электрических опытах. Самые сильные искры были получены с расстояния в девять линий, когда из тучи шел дождь с небольшим градом без грома и молнии. По всей

видимости, эта туча была только последствием грозовой бури, разразившейся где-то в другом месте.

Остаюсь с глубоким уважением Вашим самым смиренным и покорным слугою

Г. Матеас».

Более подробное описание обстоятельств и успешных результатов этого выдающегося эксперимента было представлено королевской Академии наук в Париже тремя днями позже в докладной записке г-на д'Алибара.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ДОКЛАДНОЙ ЗАПИСКИ

г-на д'Алибара в адрес королевской Академии наук

13 мая 1752 г.

...Идя по пути, намеченному г-ном Франклином, мне удалось получить убедительные доказательства справедливости его предположения при следующих обстоятельствах.

1. По моей просьбе в городке Марли-ля-виль, расположенном в шести лье от Парижа, на чудесной, находящейся на возвышенном месте равнине, был установлен круглый железный пруток диаметром около одного дюйма и длиной сорок футов с сильным заострением на верхнем конце; в целях придания верхнему концу прутка большей заостренности, его, по моему указанию, снабдили наконечником из закаленной стали. Чтобы предохранить наконечник от ржавчины, его отполировали, но покрывать позолотой не стали. Помимо того, в нижней части прутка было выгнуто два остроугольных колена, правда, с закруглениями у вершины. Первое колено отстояло от основания прутка на два фута, а второе располагалось еще на три фута дальше, с изгибом в противоположном направлении.

2. В саду были установлены треугольником три толстых шеста длиной по 28—29 футов каждый на расстоянии около 8 футов друг от друга; два шеста находились подле стены, а третий в глубине

сада... Все шесты были укреплены растяжками на уровне двадцати футов от земли, но так как сильный ветер все же раскачивал это сооружение, верхние концы шестов пришлось привязать длинными веревками к кольям, зарытым в землю на расстоянии свыше двадцати футов от оснований шестов.

3. Посередине между двумя шестами у садовой стены расположили небольшую деревянную будку, в которой мог поместиться человек со столом.

4. На середине будки установили маленький столик высотой около полуфута. На столик поставили и укрепили электрический табурет, представлявший собой не что иное, как небольшую квадратную доску, уложенную на трех винных бутылках, — все это только потому, что под руками у меня не оказалось воска.

5. Когда все это было сделано таким образом, я велел установить отвесно в центре между шестами железный прут, укрепив его в таком положении при помощи прочных шелковых шнуров, привязанных к каждому из шестов только в двух местах. Первая линия узлов находилась в верхней части шестов на расстоянии около трех дюймов от заостренных концов, а вторая примерно на середине шестов. Нижний конец железного прутка надежно опирался на центр электрического табурета, в котором для этого была сделана круглая выемка по диаметру прутка.

6. Для защиты табурета и шелковых шнуров от дождя (так как, намокнув, они стали бы проводить электричество) мной были приняты надлежащие меры, дабы устранить возможность попадания на них воды. Именно поэтому табурет я поместил в деревянной будке и велел сделать на железном прутке выгибы под острым углом, чтобы стекающая по нему вода не могла попасть на табурет. В этих же целях наверху и на середине шестов были прибиты своеобразные желобки, сколоченные из трех планок, длиной около 15 дюймов, которые прикрывали шелковые шнуры на этой длине сверху и по бокам, не касаясь их при этом.

Во время грозы за железным прутком намечалось вести двоякое наблюдение. Одно заключалось в том, чтобы замечать на острие

прутка светящийся искровой фонтан, подобный тому, который можно наблюдать на острие иглы, помещенной на достаточно близком расстоянии от действительно наэлектризованного тела; второе наблюдение заключалось в том, чтобы извлекать из железного прутка искры, подобно тому, как их извлекают из ружейного ствола при электрических опытах, а для того, чтобы обезопасить себя от ожога этими искрами, я прикрепил наконечник из латунной проволоки веревкой к длинной колбе, которая должна была служить рукояткой.

В среду, 10 мая 1752 г., между двумя и тремя часами пополудни некий отставной драгун Куафье, которому я поручил вести наблюдения в мое отсутствие, услышав довольно сильный раскат грома, тотчас же подлетел к машине, взял склянку с латунной проволокой и, приблизив ее концом провода к железному прутку, заметил возникновение небольшой яркой искры из прутка и услышал потрескивание. Затем он извлек вторую искру, более мощную, нежели первая, и с более громким потрескиванием. Кликнув соседей, он послал их за настоятелем. Последний побежал, что было силы. Прихожане, увидев своего кюре бегущим во всю прыть, подумали, что бедняга Куафье убит молнией. Тревожные слухи мгновенно распространились по всему городку; разразившийся после грома град не помешал пастве последовать за своим пастором. Этот честный богослужитель прибежав к машине и увидев, что никакой опасности нет, сам принялся за дело и стал извлекать сильные искры. Дождь с градом продолжался не более четверти часа. После первого удара грома других не последовало. Как только грозовая туча прошла, настоятель городка Марли направил ко мне г-на Куафье с письмом следующего содержания, набросанным на скорую руку:

«Довожу до Вашего сведения, сударь, ожидаемое Вами известие: опыт полностью удался. Сегодня в два часа двадцать минут пополудни непосредственно над Марли разразилась гроза с довольно сильным ударом грома. Желание услужить Вам, а также моя любознательность заставили меня подняться с кресла и оторваться от чтения. Я поспешил к Куафье, уже пославшему за мной мальчика, которого я встретил по дороге. Я прибавил шаг, пробиваясь сквозь сильный

град. Прибыв к месту расположения коленчатого треугольника, я постепенно подводил к прутку наконечник из латунной проволоки, и, когда до треугольника оставалось около полутора дюймов, из треугольника вырвался небольшой столбик пламени голубоватого цвета с запахом серы, который с чрезвычайной быстротой ударил в наконечник из латунной проволоки, причем раздался звук, подобный тому, который можно извлечь, ударяя ключом о металлический прут. Я повторил этот опыт по меньшей мере шесть раз в течение примерно четырех минут в присутствии нескольких человек, и каждый проделанный мною опыт занимал не больше времени, чем требуется для прочтения «Отче наш» и «Богородица». Я хотел продолжать опыты, но действие огня постепенно уменьшалось; я подошел поближе, но смог извлечь не больше нескольких искр, а потом уж ничего не появлялось. Гроза окончилась сильным градом. Я был так занят наблюдением во время опыта, что, получив удар в руку несколько выше локтя, не мог установить, был ли он вызван прикосновением к латунной проволоке или к металлическому прутку. Я не стал жаловаться на боль, причиненную ударом, когда его почувствовал, но так как боль продолжалась, то, вернувшись домой, я обнажил руку в присутствии Куафье, и мы увидели синяк вокруг руки наподобие того, который мог бы вызвать удар латунной проволокой по обнаженной руке. Возвращаясь от Куафье, я встретил господина викария, господина де Мийи и школьного учителя, которым я доложил о том, что произошло; все трое пожаловались на то, что чувствуют запах серы, который усиливался по мере их приближения ко мне; этот запах сопровождал меня до самого дома, и мои слуги почувствовали его, хотя им я ничего не рассказывал.

Вот, сударь, рассказ, составленный наспех, но бесхитростно, за правдивость которого я ручаюсь, и Вы можете быть уверены, что я готов засвидетельствовать это происшествие при любых обстоятельствах. Куафье первым проделал этот опыт и повторил его несколько раз. Он послал за мной только в связи с тем, что ему удалось увидеть. Если возникнет необходимость в других свидетелях, помимо него и меня, Вы их найдете. Куафье спешит в путь.

С глубоким уважением. Ваш и т. п. Подписано: Роле, настоятель в Марли. 10-го мая 1752 г.».

Из подробностей этого письма видно, что факт достаточно твердо установлен и не оставляет никаких сомнений. Податель письма устно заверил меня, что в течение четверти часа еще до прибытия настоятеля он в присутствии пяти—шести человек извлекал значительно более мощные искры по сравнению с теми, о которых говорится в письме, и сопровождавшиеся более сильным треском. Эти первые свидетели, прибывшие один за другим, не осмелились подойти к машине ближе, чем на 10—12 шагов, и с этого расстояния, несмотря на яркий дневной свет, они видели искры и слышали треск...

Из опытов и наблюдений, описанных в этих мемуарах, и особенно из последнего опыта, проведенного в городке Марли, неопровержимо следует, что субстанция молнии одинакова с субстанцией электричества. Воззрения г-на Франклина по этому поводу перестают быть догадкой, они уже превратились в реальность, и я осмеливаюсь верить, что чем глубже будет изучаться все, что он опубликовал об электричестве, тем больше будут признаваться его заслуги перед физикой в этой области.

ПИСЬМО ЧЛЕНА КОРОЛЕВСКОГО ОБЩЕСТВА Г-НА У. УОТСОНА

в адрес этого Общества относительно электрических опытов в Англии с грозовыми тучами

(Зачитано в декабре 1752 г.; Trans., т. XLVII)

Господа,

По получении нами сообщений от ряда наших корреспондентов из различных частей континента, говорящих нам об успешности их опытов летом этого года после извлечения во время грозы электричества из атмосферы в соответствии с гипотезой г-на Франклина, можно считать необычайным то обстоятельство, что Вам еще не представлено ни одного доклада о наших собственных успехах в проведении тех же

самых опытов. Чтобы Вы не приписали это отсутствию внимания к подобным исследованиям со стороны тех лиц, которые занимаются ими, я полагал уместным сообщить Вам, что некоторые члены Королевского общества, включая и меня, подготовили и установили по получении первых новостей из Франции необходимую для этой цели аппаратуру, но наши надежды не оправдались из-за необычайно холодной и сырой погоды в течение всего лета. В Лондоне у нас гроза была всего один раз, а именно 20 июля, да и то с дождем, который, намочив аппаратуру, способствовал слишком быстрому рассеянию электричества, так что обнаружить его прикасанием к проводящим частям аппаратуры не удавалось. Вообще именно это обстоятельство и помешало нашей проверке гипотезы Франклина. Но наш достопочтенный брат г-н Кантон [22] оказался гораздо удачливее. В этой связи осмелюсь представить Вам выдержку из письма этого джентльмена с пометкой «Спайтл-сквер, 21 июля 1752 г.»:

«...Вчера около пяти часов пополудни мне представилась возможность проверить опыт г-на Франклина по извлечению электрического огня из туч, в чем я преуспел при помощи жестяной трубы, длиной три—четыре фута, насаженной на трубу из стекла длиной около восемнадцати дюймов. На верхнем конце трубы, на высоте, не доходившей до уровня дымоходных труб на крыше этого дома, я прикрепил проволокой три иглы, а к нижнему ее концу припаял колпак из жести для защиты стеклянной трубки от дождя. Сама стеклянная труба была укреплена отвесно на бревне. Заслышав первые раскаты грома, я поспешил к этому устройству, но обнаружил, что труба ничуть не была наэлектризована, пока не последовал третий удар, когда я, приложив палец моей руки к краю колпака, почувствовал и услышал электрическую искру. Поднеся палец вторично, я извлек ясно различимую искру с расстояния около полудюйма. Этот опыт мной повторялся на протяжении одной минуты четыре—пять раз, но искры с каждым разом становились все слабее. Спустя две минуты жестяная труба уже не обнаруживала никаких признаков электризации. Во время грозы шел непрерывный дождь, который однако значительно ослабел ко времени проведения опытов».

На этом пока заканчиваю об опытах г-на Кантона.

Возможность проверить гипотезу г-на Франклина представилась и г-ну Уильсону, тоже принадлежащему к числу членов Общества, которому мы премногим обязаны за его труды в этом деле. В своем письме от 12 августа 1752 г., написанном из местности неподалеку от Челмсфорда, Эссекс, он сообщает мне, что около полудня этого числа ему удалось наблюдать несколько электрических искр во время или, пожалуй, в конце грозы при помощи столь простого прибора, как железный пруток для занавески, один конец которого он вставил в горлышко склянки, находившейся у него в руке. К другому концу прутка он привязал шелком три иглы. Эту склянку с прутком он держал одной рукой, а искры из прутка извлекал при помощи пальца другой. Этот опыт проводился не на каком-либо возвышенном месте, а просто в саду у одного человека, в гостях у которого тогда находился г-н Уильсон.

Д-р Бевис наблюдал в доме г-на Кейва у «Ворот Святого Иоанна», как об этом уже стало широко известно, почти те же самые явления, что и г-н Кантон.

Как бы ни малы казались изложенные здесь проявления по сравнению с теми, что наблюдались в Париже и Берлине, ничего большего прошедшим летом достичь так и не удалось. И поскольку эти опыты были проведены людьми, заслуживающими доверия, они способствуют установлению достоверности того, о чем сообщалось нашими корреспондентами.

Льщу себя надеждой, что настоящее немногословное сообщение об этих делах окажется не неприятным для Вас.

С наиглубочайшим уважением Ваш самый покорный и послушный слуга

У. Уотсон



ПИСЬМО XI

Вен. Франклина, Филадельфия
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

19 октября 1752 г.

Поскольку в газетных публикациях, поступающих из Европы, часто говорится об успехах филадельфийского опыта по извлечению электрического огня из туч посредством заостренных железных прутков, воздвигаемых на крышах высоких зданий, любознательной публике, видимо, будет приятно узнать о том, что здесь, в Филадельфии, этот же самый опыт удался и другим, более простым способом нижеследующего рода.

Сделайте небольшую крестовину из двух легких кедровых планок длиной достаточной, чтобы доставать до четырех углов большого платка из тонкого шелка, и, привязав углы платка к концам крестовины, вы получите остов воздушного змея, который, если его надлежащим образом оснастить хвостом, петлей и поводком, взлетит в воздух не хуже бумажного змея, да к тому же шелк не станет намокать и рваться на ветру при грозовой буре, как бумага. К верхнему концу вертикальной планки крестовины нужно прикрепить кусок проволоки с очень острым концом так, чтобы он выступал за край планки не меньше чем на фут. Конец бечевки, за который берутся рукой, следует надвязать шелковой лентой, а в месте соединения бечевки с лентой нужно привязать ключ. При приближении грозовых туч этот змей следует запустить ввысь, причем человек, держащий

его за поводок, должен находиться под кровом либо в дверях или у окна, либо под каким-нибудь навесом, чтобы не намочить шелковой ленты. При этом нужно следить за тем, чтобы бечева не касалась дверного косяка или оконной рамы. Как только грозовая туча окажется над змеем, заостренная проволока станет извлекать из нее электрический огонь, и змей вместе с бечевой наэлектризуется, а весь ворс на бечеве взъерошится и будет, если подвести палец, притягиваться к нему. А когда дождь смочит змей вместе с бечевой, сделав их тем самым способными свободно проводить электрический огонь, Вы увидите, как он обильно стекает с ключа при приближении Вашего пальца. От этого ключа можно зарядить банку, а при помощи полученного таким образом электрического огня можно будет воспламенять спирт и проводить прочие электрические опыты, которые обычно ставятся при помощи натертого стеклянного шара или трубки. Тем самым будет полностью доказано тождество между электрической субстанцией и субстанцией молнии.

В. Франклин.



ПИСЬМО XII

Вен. Франклина, Филадельфия
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

Филадельфия, сентябрь 1753 г.

Сэр,

В моем прежнем письме по данному предмету, написанном впервые в 1747 г., а затем расширенном и отправленном в Англию в 1749 г., я рассматривал море в качестве огромного источника молнии, полагая, что его световые явления следует приписывать электрическому огню, образующемуся при трении частиц воды о частицы соли. Поскольку тогда я жил далеко от моря, у меня не было возможности провести опыты с морской водой, и с этими выводами я слишком поспешил.

Бывая в 1750 и 1751 гг. временами на морском побережье, я установил посредством опытов, что морская вода в бутылке теряет через несколько часов свою способность светиться, хотя на первых порах при взбалтывании она ее сохраняет. Исходя из того, что мне дальше не удавалось взбалтыванием раствора морской соли в воде получать какой бы то ни было свет, я впервые усомнился в моей прежней гипотезе и стал подозревать, что светоносные явления в морской воде должны иметь в своей основе что-то иное.

Затем я задумался над тем, не могут ли частицы воздуха, являющиеся электриками per se, при сильном ветре, вызывающем их трение о деревья, горы, здания и т. д., извлекать электрический огонь

из земли, уподобляясь множеству мельчайших электрических шаров, трущихся о подушки из неэлектрика, а поднимающиеся пары забирать этот огонь у воздуха и электризовать таким путем облака.

Если бы это было именно так, то, как можно себе представить, поместив первичный проводник в сильный поток воздуха постоянного направления, создаваемый кузнечными мехами, мы должны были бы наэлектризовать его *отрицательно*, поскольку трущиеся частицы воздуха увлекали бы с собой из него часть природного количества электрической жидкости. Я поставил соответствующий опыт, но он оказался безуспешным.

В сентябре 1752 г. я воздвиг железный пруток с тем, чтобы отводить молнию внутрь моего дома для проведения некоторых опытов с ней, и прикрепил к нему два колокольчика, которые должны были оповещать о том, что пруток наэлектризован, — устройство, понятное каждому лицу, занимающемуся постановкой электрических опытов.

Порой я обнаруживал, что колокольчики начинали звенеть просто при прохождении над железным прутком темной тучи без всякой молнии или грозы, а порой они внезапно прекращали звенеть после вспышки молнии; кроме того, наблюдались случаи, когда тихо висевшие до того колокольчики неожиданно начинали звенеть после вспышки; временами электричества было очень мало, так что, получив небольшую искру, приходилось выжидать, пока удастся извлечь следующую, а временами искры следовали чрезвычайно быстро одна за другой, так что однажды мне довелось наблюдать их непрерывный поток с одного колокольчика на другой, величиной с воронье перо. Даже за время одной и той же грозы наблюдались значительные изменения.

Следующей зимой я придумал опыт для проверки того, как наэлектризованы облака — *положительно* или же *отрицательно*. Но в это время мой железный прут с приспособлениями вышел из строя, и я не приводил его в пригодность до самой весны, когда с наступлением теплой погоды я стал ожидать более частого появления грозовых облаков.

Опыт этот заключается в следующем. Возьмите две банки, одну из которых зарядите от молнии через железный прут, а другой сообщите равный заряд от электрического стеклянного шара через первичный проводник. Зарядив банки, поставьте их на стол на расстоянии трех—четырех дюймов друг от друга и подвесьте к потолку на тонкой шелковой нитке маленький пробковый шарик так, чтобы он мог перелетать от провода одной банки к проводу другой. Если обе банки заряжены *положительно*, то шарик, притянувшись к одной и оттолкнувшись от нее, должен теперь отталкиваться и другой. Если же одна банка заряжена *положительно*, а другая *отрицательно*, то шарик, притягиваясь и отталкиваясь поочередно каждой, будет перелетать от одной банки к другой до тех пор, пока сохраняется хотя бы малейший заряд.

Намереваясь обязательно провести этот опыт, я не мало огорчился, узнав, что за время моей отлучки из дома ранней весной прошли две самые сильные грозы сезона, и хотя мной были даны указания семье сохранить для меня часть молнии при помощи электрических банок, если в мое отсутствие зазвенят колокольчики, что, кстати говоря, и было сделано, все же к моменту моего возвращения домой электричество по большей части уже рассеялось, а во время нескольких других гроз количество молнии, которое мне удавалось получить, было столь незначительно, а заряд так слаб, что это меня никак не устраивало. И тем не менее порой мне приходилось наблюдать нечто такое, что усилило мои подозрения и разожгло мое любопытство.

Наконец, 12 апреля 1753 г. разразилась довольно сильная гроза, продолжавшаяся длительное время, так что я очень хорошо зарядил одну банку молнией, а другую в такой же степени, насколько я мог судить, электричеством из моего стеклянного шара, и, поставив их должным образом на стол, я увидел к моему большому удивлению и удовольствию, что пробковый шарик стал проворно перелетать от одной банки к другой. Это убедило меня в том, что одна банка была заряжена отрицательно.

Я неоднократно повторял этот опыт во время той грозы и восьми последующих с тем же самым непременным успехом и, считая (по-

причинам, ранее изложенным мной в моем письме на имя г-на Киннерслея, которое затем было напечатано в Лондоне), что стеклянный шар электризует *положительно*, я сделал вывод, что облака всегда наэлектризованы *отрицательно*, т. е. всегда содержат электрической жидкости меньше присущего им естественного количества.

И, несмотря на столь многочисленные опыты, я как будто поспешил со своими выводами, потому что 6 июня во время грозы, продолжавшейся от пяти часов пополудни до семи часов вечера, мне пришлось иметь дело с одним облаком, которое было заряжено положительно, хотя другие облака, прошедшие во время этой грозы над моим железным прутком, находились в отрицательном состоянии. Это было установлено следующим образом.

Я имел обыкновение параллельно с первым опытом проводить еще и другой для определения отрицательного состояния облаков, а именно, когда колокольчики начинали звенеть, я брал банку, заряженную от стеклянного шара, и дотрагивался ее проводом до железного прутка, считая, что если бы облака были наэлектризованы *положительно*, то так же должен был быть наэлектризован и пруток, получающий свое электричество из облаков, и, значит, дополнительное количество *положительного* электричества банки заставило бы колокольчики звенеть быстрее. А если бы облака были в *отрицательном* состоянии, то они должны были бы забрать электрическую жидкость из моего прутка и обратить его в то же самое отрицательное состояние, в котором они находились сами, и тогда провод положительно заряженной банки, восполняя испытываемый прутком недостаток электричества (который пруток в противном случае должен был бы пополнить за счет электричества земли при помощи маятникового латунного шарика, перемещающегося между колокольчиками), заставил бы колокольчики замолчать на то время, пока не разрядится банка.

Таким путем я несколько раз полностью разряжал через пруток банки, заряжавшиеся от стеклянного шара, так что электрическая жидкость перетекала с провода банки на пруток, пока с первого при помощи пальца больше уже не удавалось извлекать искры; и

во время такого перетекания на пруток из банки колокольчики переставали звенеть, а продолжая держать провод банки прижатым к прутку, я выкачивал природное количество с внутренней поверхности этих банок или, как я называю это, заряжал их *отрицательно*.

По прошествии некоторого времени, когда я заряжал банку при помощи своего стеклянного шара, чтобы повторить этот опыт, мои колокольчики перестали звенеть сами по себе, но спустя какое-то время зазвенели снова... Но когда теперь я поднес заряженную банку проводом к прутку, то, вместо ожидавшегося мной обычного потока от провода к прутку, я не обнаружил ни одной искры и даже, когда я приложил провод банки к прутку, колокольчики продолжали звенеть с не меньшей силой, что и раньше. Это показало мне, что в данном случае пруток был, как и сам провод банки, наэлектризован *положительно*. Следовательно, конкретное облако, находившееся в тот момент над прутком, тоже было заряжено положительно. Это случилось почти к самому концу грозы.

Это был единственный опыт такого рода, который, однако, опрокинул мой первоначальный слишком общий вывод и заставил ограничиться следующим заключением: *грозовые облака чаще всего бывают в отрицательном состоянии электричества, но иногда наблюдается и положительное состояние.*

Последнее, мне думается, случается все же редко. Хотя я вскоре после этого опыта выехал в Бостон и находился в отлучке почти все лето, что помешало мне продолжить дальнейшие исследования и наблюдения, г-н Киннерслей, возвратившийся с островов как раз к моему отъезду, продолжал эти опыты во время моего отсутствия и ни разу, как он пишет мне, не наблюдал облаков в положительном состоянии. Таким образом, при грозовых разрядах *по большей части как раз земля ударяет в облака, а не облака ударяют в землю.*

Люди, искушенные в постановке электрических опытов, без труда могут представить себе, что последствия и проявления должны быть в обоих случаях почти одинаковыми: тот же самый взрыв; та же самая вспышка между одним облаком и другим, между облаками и

горными вершинами; то же самое раскалывание деревьев, стен и т. д., которые попадаются на пути прохождения электрической жидкости; тот же самый роковой исход для живых организмов. Они также легко поймут, что заостренные прутки, укрепленные на крышах зданий или мачтах кораблей и соединенные с землей или морем, должны выполнять ту же самую службу по бесшумному восстановлению равновесия между землей и облаками или по проводке вспышки с ударом, если таковые случатся, без вреда для дома и корабля. Ведь острия обладают одинаковой способностью и испускать и извлекать электрический огонь, а прутки проводят вверх ничуть не хуже, чем вниз.

Но хотя новый свет, пролитый этими опытами, никак не меняет практики, он вносит значительную поправку к теории. И теперь нам нужна гипотеза для объяснения, каким же образом облака электризуются отрицательно, как раньше была нужна гипотеза, показывающая, каким образом они электризуются положительно.

Не могу не отважиться на высказывание нескольких предположений по этому поводу; они пришли мне сейчас на ум, и хотя будущие открытия могут показать их не вполне справедливыми, все-таки пока они способны принести известную пользу, побудив любознательных к новым опытам и проведению более точных исследований.

Так, я представляю себе, что на земном шаре, состоящем из суши и моря с его растениями, животными и зданиями, рассредоточено во всей материи такое количество электрической жидкости, которое они способны удержать и которое я называю *природным количеством.*

Это природное количество не бывает одинаковым ни для разных видов обыкновенной материи равного объема, ни для одной и той же обыкновенной материи при любых обстоятельствах: кубический фут обыкновенной материи, скажем, одного рода может содержать больше электрической жидкости, нежели кубический фут обыкновенной материи другого рода, а в обыкновенной материи одного и того же рода, весом в один фунт, когда она будет находиться в разреженном состоянии, должно быть больше электрической жидкости, чем когда она будет в более плотном состоянии.

Ведь взаимно отталкивающиеся частицы электрической жидкости, притягиваемой какой-либо порцией обыкновенной материи, сближаются друг с другом за счет притяжения со стороны вмещающей их в себе обыкновенной материи, и их взаимное отталкивание должно уравновеситься сжимающей силой притяжения в обыкновенной материи, и тогда такая порция обыкновенной материи не сможет поглотить еще какое-то количество электрической жидкости.

Тела различного рода, притянув и поглотив то количество электрической жидкости, которое я называю *природным*, т. е. ровно столько, сколько в данных условиях плотности разрежения и силы притяжения может в них вместиться, уже не будут проявлять никаких признаков электричества по отношению друг к другу.

А если одному из подобных тел добавить еще электрической жидкости, то внутрь его она не проникнет, а разольется по его поверхности, создав атмосферу; и тогда такое тело обнаруживает признаки электричества.

В одном из своих прежних писем я уподоблял обыкновенную материю губке, а электрическую жидкость воде. Прошу разрешения еще раз воспользоваться этим сравнением, чтобы разъяснить далее, что я имею в виду в данном случае.

Когда губка несколько сжимается при сдавливании ее между пальцами, то она не может вобрать в себя и удержать столько воды, сколько она способна вместить ее в более свободном и открытом состоянии.

Если губку сжать и сдавить *еще*, то доля воды выступит из ее внутренних частей и потечет по поверхности.

Если же губку совсем перестать сдавливать пальцами, то она вберет в себя не только ту воду, которая была в последний раз выжата из нее, но и еще некоторое ее количество.

Поскольку губка в более растянутом состоянии *по своей природе* притягивает и поглощает *больше* воды, чем та же губка в более сжатом состоянии и тоже *по своей природе*, мы можем называть это количество в обоих случаях *природным*, но с учетом особенностей ее состояния.

Теперь то, чем губка является по отношению к воде, тем же вода является по отношению к электрической жидкости.

Если какое-то количество воды находится в отношении своей плотности в обычном состоянии, оно не может удержать в себе электрической жидкости больше того, что в нем уже имеется; если же ему добавить этой жидкости, то она растечется по поверхности.

Когда то же самое количество воды разрежается путем ее превращения в пар и образует облако, тогда оно может приобрести и поглотить гораздо большее количество электрической жидкости, потому что есть место для того, чтобы всякая частица создала свою электрическую атмосферу.

Таким образом, вода в своем разреженном состоянии, т. е. в виде облака, будет находиться в отрицательном электрическом состоянии; она будет иметь электрической жидкости меньше своего природного количества, т. е. меньше, чем она *по своей природе* способна притянуть и поглотить в этом состоянии.

Значит, подобное облако, опустившись к земле на ударное расстояние, получит с земли всплеск электрической жидкости, в котором может содержаться очень большое ее количество, необходимое для возмещения нехватки этой жидкости в большом облаке.

Кроме того, подобное облако может, проходя над высокими лесами, бесшумно получить то, чего ему нехватает, с острых углов и краев верхушечной влажной листвы деревьев.

Облако, пополнившее тем или иным образом нехватку с земли, может ударить в другие облака, которые не смогли пополнить нехватку или пополнили ее в меньшей мере; последние могут ударять дальше, пока среди всех облаков, находящихся друг от друга на ударном расстоянии, не восстановится равновесие.

Этому же облаку, утратившему значительную часть того, что было им получено в первый раз, может потребоваться новое поступление с земли или от другого облака, которое ветер пригнал в такое положение, где оно сможет легче получить электрическую жидкость с земли.

Отсюда неоднократные и непрерывные удары и вспышки, пока все облака не приобретут приблизительно природное количество, присущее им как облакам, или пока они не низвергнутся на землю в виде ливня, чтобы снова воссоединиться с этим шаром из суши и воды, являющимся их первоисточником.

Таким образом, грозовые тучи обычно бывают в отрицательном по отношению к земле электрическом состоянии, что согласуется с большей частью наших опытов. Но, поскольку, судя по одному опыту, мы наблюдали положительно наэлектризованное облако, я высказываю предположение, что в этом случае облако, получив то, что в разреженном состоянии было всего лишь *природным количеством*, подверглось сдавливанию ветром или каким-то иным путем, так что часть поглощенной им электрической жидкости была вытеснена наружу и создала вокруг уплотненного облака электрическую атмосферу. Поэтому оно приобрело способность сообщить положительное электричество моему прутку.

Расскажу об одном опыте, показывающем, что тело в различном состоянии растяжения или сжатия способно получать и удерживать большее или меньшее количество электрической жидкости на своей поверхности. Я поставил на пол чистую винную бутылку, поместив на нее небольшой серебряный бокал, в который была уложена латунная цепочка длиной около трех ярдов. К одному концу этой цепочки была привязана шелковая нитка, перекинутая через блок у потолка. При ее помощи цепочку можно было рукой вытягивать из сосуда и поднимать настолько, чтобы она не достигала потолка приблизительно на фут. Эту цепочку таким же образом можно было по желанию постепенно опускать обратно в сосуд... К потолку на другой тонкой шелковичной нитке я повесил небольшой пучок хлопка, который при отвесном положении шелковичной подвески соприкасался со стенкой сосуда. Теперь, приблизив провод заряженной банки к сосуду, я добивался проскакивания искры, которая растекалась по сосуду с образованием электрической атмосферы, а пучок хлопка отходил от боковой стенки сосуда на расстояние около девяти—десяти дюймов. В этом положении сосуд не мог извлечь из провода

банки искру, но по мере того как я постепенно поднимал вверх цепочку, атмосфера сосуда уменьшалась, растекаясь вокруг поднимаемой цепочки, а хлопок соответственно подходил все ближе и ближе к сосуду; и если теперь я опять подносил к сосуду банку с проводом, то проскакивала новая искра, и хлопок опять отлетал на прежнее расстояние.

Таким образом, по мере подъема цепочки вверх сосуду можно сообщать искру за искрой, потому что сосуд с растянутой цепочкой способен поддерживать бо́льшую атмосферу, чем сосуд с цепочкой, собранной в нем на дне... А то, что атмосфера вокруг сосуда уменьшалась с подъемом цепочки и увеличивалась опять при ее опускании, было доступно не только пониманию, потому что атмосфера цепочки создавалась за счет атмосферы сосуда, но и непосредственному наблюдению глазом, так как хлопок всегда приближался к сосуду при подъеме цепочки и отходил от его стенки при ее опускании.

Таким образом, мы видим, что увеличение поверхности позволяет телу получать бо́льшую электрическую атмосферу. Но этот опыт, признаюсь, не полностью доказывает мою гипотезу, потому что латунь и серебро попрежнему остаются в своем твердом состоянии, а не превращаются в пар, как вода в облака. Быть может, будущие опыты с водой, превратившейся в пар, представят этот вопрос в более ясном свете.

Новая гипотеза наталкивается на следующее, видимо, существенное возражение. Если вода в ее разреженном состоянии, например в виде облаков, способна поглотить электрической жидкости больше, чем в ее плотном состоянии в виде жидкости, то почему же она не забирает от земли все, что ей нужно в момент подъема с ее поверхности в виде пара, пока земля еще находится близко? Признаюсь, что на этот трудный вопрос я не сумею сейчас дать удовлетворяющий меня ответ. Однако мне думается, что я должен был заявить об этом полным голосом, как я и сделал, и передать все это в целом на общее рассмотрение.

Я позволю себе посоветовать тем, кто интересуется этой отраслью натурфилософии, повторить со всей тщательностью и точностью наблюдений опыты, о которых я писал в этом и в предыдущих своих

письмах в связи с *положительным* и *отрицательным* электричеством, дополнив их всеми другими опытами, которые они сочтут уместными, чтобы точно выяснить, является ли электричество, сообщаемое стеклянным шаром, *положительным на самом деле*. И, кроме того, мне хотелось бы просить всех, кому доведется наблюдать результат непосредственного воздействия молнии на здания, деревья и т. д., обращать особое внимание на направление движения. Но при подобных исследованиях всегда следует иметь в виду одну вещь, а именно то, что при прохождении потока электрической жидкости через дерево, кирпич и т. д., когда этой жидкости *течет мало*, сила взаимного отталкивания ее частиц ограничена и преодолевается сцеплением частей тела, через которое она течет, так что взрыв предотвращается, но когда жидкость протекает в слишком большом количестве, чтобы сцепление могло их сдержать, тогда она взрывается и раскалывает или расплавляет тело, которое пыталось ее удержать в себе. Если это будет дерево, кирпич, камень или другие подобные предметы, то с наименее прочной их стороны полетят осколки. И, таким образом, когда искра от заряженной банки пробивает дыру в картоне, стороны которого ничем не поддерживаются и не прижимаются, то с обеих сторон картона вокруг дыры образуются торчащие волокна; но если одна сторона картона будет чем-нибудь прижата, так чтобы волокна на ней приподниматься не смогли, то они оттопырятся с другой стороны, независимо от направления жидкости, поскольку волокна, образующиеся с внешней стороны дыры, являются результатом взрыва, идущего во все стороны от центра потока, а не следствием направленности движения жидкости.

Я придерживаюсь того взгляда, что при каждом ударе молнии поток электрической жидкости, перемещающейся для восстановления равновесия между облаком и землей, всегда предварительно находит и, можно сказать, отмечает свой собственный путь, проходя через все встречающиеся ему такие проводники, как металлы, заплесневшие стены, сырое дерево и т. д., и значительно отклоняясь от прямолинейного направления благодаря наличию хороших проводников, и что на этом пути он до взрыва фактически перемещается

тихо и неощутимо в проводниках и по проводникам, а взрыв происходит только тогда, когда проводники не успевают проводить его вследствие своей разобщенности, малых размеров или плохого проводящего материала. Поэтому, мне думается, металлические прутки достаточной толщины, если они изготовлены из лучших материалов и представляют собой сплошные проводники, должны при сообщении самой верхней точки здания с землей предохранять последнее от ущерба либо путем достаточно быстрого восстановления равновесия, предотвращающего удар, либо путем отвода молнии через вещество прутка, допуская возможность взрыва лишь между его концом и облаками.

Если мне будет задан вопрос, какую толщину металлического прутка можно считать достаточной, то в ответ я замечу, что пять больших стеклянных банок, вроде описанных мной в моих прежних письмах, разряжают очень большое количество электричества, которое, однако, полностью проводится вокруг книжной обложки тонким слоем золотого тиснения, следуя далеким путем вдоль линии позолоты, нежели более коротким через обложку, потому что последняя является не столь хорошим проводником. Теперь вдоль этой линии позолоты слой металла настолько тонок, что его едва хватает для придания золотого блеска, а на книжках в осьмушку листа вся площадь позолоты не превышает одного квадратного дюйма и, значит, по Реомюру весит менее одной тридцатишестой доли грана; и тем не менее, этого бывает достаточно, чтобы провести заряд пяти больших банок, а, может быть, и гораздо большего их числа, чего я не знаю. Ну а проволока диаметром в четверть дюйма, содержащая в 5000 крат больше металла по сравнению с полоской позолоты, должна, мне думается, проводить заряд 25 000 таких же больших банок, причем это количество, я полагаю, намного превосходит то, которое когда-либо содержалось в одном ударе природной молнии. А пруток диаметром в полдюйма способен проводить в четыре раза больше по сравнению с прутком диаметром в четверть дюйма.

А что касается способности проводить, то хотя для того, чтобы провести большое количество электричества и в то же время сохранить

субстанцию неповрежденной и цельной, потребуется металл определенной толщины, потому что при малой толщине, например в случае очень тонкой проволоки, проводник будет уничтожен взрывом, все же подобная тонкая проволока выполнит свою задачу по проведению этого удара, но уже будет не в состоянии провести следующий. Учитывая чрезвычайную быстроту, с которой электрическая жидкость перемещается без взрыва, когда она находит свободный проход или сплошное металлическое сообщение, я склонен думать, что посредством очень тонкой проволоки можно за короткое время провести от облака или к облаку для восстановления его равновесия с землей огромное количество этой жидкости, и, значит, толстые прутки должны считаться не столь уж обязательными... Но поскольку количество молнии, разряжаемое за один удар, нельзя точно измерить, и оно может быть при одном ударе гораздо больше, чем при другом, и поскольку железо (наиболее пригодный для этой цели металл вследствие своей тугоплавкости) стоит дешево, было бы благоразумнее обеспечивать больший канал для пропускания этого стремительного взрыва, чем это кажется нам необходимым. И хотя может оказаться достаточной одна проволока средней толщины, предусмотреть две или три проволоки делу не повредит. А время покажет в конце концов, если проводить тщательные наблюдения и сопоставление, надлежащие и надежные размеры.

Помимо того, заостренные прутки на крышах зданий часто предотвращают удар еще и другим образом. Если глаз поместить на высоте нижнего края грозовой тучи, то при горизонтальном обзоре можно будет увидеть, что такая туча имеет весьма неровную поверхность со множеством отдельных малых облачков, располагающихся одно ниже другого, так что наиболее низкие из них иногда спускаются очень близко к земле. Эти облачка, подобно множеству ступенек каменной лестницы, помогают проводить удар между тучей и зданием. Чтобы воспроизвести это на опыте, возьмите два или три небольших кусочка тонкого растрепанного хлопка и соедините один из них с первичным проводником тонкой ниткой в два дюйма длиной (которую можно скрутить между пальцами из того же хлопка),

а к этому кусочку привяжите на таких же нитках как звенья цепи два других... Теперь начинайте вращать шар, и Вы увидите, что эти кусочки несколько подтянутся к столу (подобно тому, как самые низкие мелкие облака подтягиваются к земле) под действием его притяжения. Но если подвести под нижний кусочек хлопка заостренный предмет, то он подтянется ко второму, а второй к первому, так как все они вместе приблизятся к первичному проводнику и будут оставаться в этом положении до тех пор, пока острие остается под ними. Не способны ли таким же образом и небольшие наэлектризованные облачка, чье равновесие с землей скоро восстанавливается острием, подниматься вверх к главной туче и тем самым создавать столь большую пустоту, что главное облако не сможет ударить на этом месте?

Многие из этих мыслей, мой дорогой друг, еще не могут считаться зрелыми и носят на себе отпечаток спешки, и если бы я только стремился завоевать репутацию философа, то мне следовало бы их держать при себе, пока время и дальнейшая практика не внесут в них поправки и не сделают их более совершенными. Но так как даже слабые догадки и несовершенные опыты в любой новой отрасли науки, если их предать гласности, часто дают хорошие результаты благодаря привлечению внимания талантов к данной конкретной проблеме и служат толчком к проведению более точных исследований и к более исчерпывающим открытиям, Вы вольны передать содержание этого письма кому угодно, потому что гораздо важнее, чтобы наука двигалась вперед, чем чтобы Вашего друга считали неошибающимся философом.

В. Ф.



ПИСЬМО XIII

Вен. Франклина, Филадельфия,
члену Королевского общества Питеру Коллинсону, Лондон

18 апреля 1754 г.

Сэр,

За истекшее с сентября прошлого года время мне пришлось совершить две длительные заграничные поездки и много заниматься другими делами, так что я сумел провести лишь несколько наблюдений, касающихся *положительного* и *отрицательного* состояния электричества в облаках. Но у г-на Киннерслея железный пруток с колокольчиками был в полной исправности, и он провел множество опытов.

Однажды этой зимой во время снегопада колокольчики звенели длительное время, хотя никакого грома или молнии не было замечено. Временами вспышки электрической субстанции между колокольчиками были настолько сильными, что треск от них был слышен по всему дому, но за все это время наблюдений облака постоянно оказывались в отрицательном состоянии, пока около шести недель тому назад он не обнаружил их перехода, на протяжении нескольких минут, из отрицательного состояния в положительное. Спустя приблизительно две недели после этого ему пришлось наблюдать ту же самую картину, а в прошлый понедельник, во второй половине дня, когда дул порывистый ветер юго-восточного направления с переменой курса до северо-востока, пригнавший много мощных туч, переход из отрицательного состояния в положительное и наоборот происходил шесть

раз подряд, причем с каждой переменой колокольчики переставали звенеть на одну—две минуты. Кроме того способа определения электрического состояния облаков, о котором я сообщил письмом в сентябре прошлого года, можно пользоваться еще и таким методом. Когда зазвенят Ваши колокольчики, подведите натертые трубки к краю того колокольчика, который соединен с заостренным прутком, и если теперь облако находится в отрицательном состоянии, то звон прекратится, тогда как в случае положительного состояния этого не произойдет, и звон может даже усилиться. Или повесьте на тонкой шелковинке очень маленький пробковый шарик так, чтобы он касался края колокольчика, соединенного с прутком. Тогда, как только колокольчик наэлектризуется положительно или отрицательно, шарик оттолкнется и повиснет на некотором расстоянии от колокольчика. Держите наготове стеклянную пробку с круглой головкой от графина и потрите ее о свой бок, пока она не наэлектризуется, а затем поднесите ее к пробковой горошине. Если последняя наэлектризована положительно, то она оттолкнется от стеклянной пробки так же, как и от колокольчика. Если же пробковая горошина наэлектризована отрицательно, то она подлетит к пробке.

В. Франклин.

ЗАМЕЧАНИЯ

г-на Дэвида Колдена [23], *Нью-Йорк,*
к письмам аббата Нолле [24] *по электричеству,*
адресованным Вен. Франклину, Филадельфия

Колденхем, Нью-Йорк, 4 декабря 1753 г.

Сэр,

При изучении писем аббата Нолле на имя г-на Франклина я был вынужден пройти мимо всех тех опытов, которые проводились с герметически закупоренными бутылками или с бутылками без воздуха, так как, не имея возможности повторить такие опыты, я не мог бы

подкрепить свои соображения на этот счет доказательствами, основанными на опытах. По этой причине первое положение, по которому я осмеливаюсь высказать свое мнение, содержится в четвертом письме аббата (стр. 66), где он пытается доказать, что электрическая субстанция переходит с одной поверхности на другую через всю толщу стекла. Беря опыт г-на Франклина с волшебной картиной, он пишет о нем следующее: «Если наэлектризовать оконное стекло, покрытое с обеих сторон металлом, то ясно, что любой предмет, помещенный на сторону, противоположную той, которая получает электричество от проводника, также приобретет явное электрическое качество».

Последнее, по словам г-на Франклина, происходит от того, что количество электрической субстанции, вытесненное с этой стороны, равно тому ее количеству, которое поступило от проводника с другой стороны; эта сторона будет продолжать сообщать электрическое качество любому предмету, находящемуся с ней в соприкосновении, до тех пор, пока сама она не разрядится полностью от своего электрического огня. На это аббат возражает так: «Скажите мне, пожалуйста (говорит он), сколько же времени потребуется для этого предполагаемого разряда? Смею заверить Вас, что после многочасовой электризации эта поверхность, которая должна была бы, как мне кажется, совершенно разрядиться от своей электрической субстанции, судя как по множеству извлеченных с нее искр, так и по длительности времени, на протяжении которого эта субстанция подвергалась воздействию изгоняющей силы, оказалась, утверждаю я, наэлектризованной еще лучше прежнего и обладающей большей способностью к проявлениям, характерным для подлинно электрического тела» (стр. 68).

Аббат не говорит нам, каковы же были эти проявления. Всех этих проявлений мне никогда не приходилось наблюдать, а те из них, которые должны иметь место, можно легко объяснить, предположив, что эта сторона стекла совершенно лишена электрической субстанции. Наиболее ощутимое проявление заряженного электричеством тела заключается в том, что, при подведении к нему пальца, из этого тела к пальцу проскакивает искра. И если склянку, приготовленную для

лейденского опыта, подвесить к стволу ружья или первичному проводнику и начать вращать шар, чтобы зарядить ее, то, как только электрическая субстанция возбудится, Вы сможете наблюдать искру, проскакивающую с наружной поверхности склянки к Вашему пальцу, которая, как говорит г-н Франклин, представляет собой природную электрическую субстанцию стекла, вытесненную тем, что было получено внутренней поверхностью от проводника. Если это электричество отводить только посредством искр, то их можно будет получить великое множество, но стоит только взяться за наружную поверхность рукой, как склянка моментально получит всю возможную для нее электрическую субстанцию, а ее наружная поверхность тогда будет полностью лишена всей своей электрической субстанции и пальцем никаких искр из нее невозможно будет извлечь. Следовательно, в данном случае отсутствует то проявление, которое присуще всем телам, заряженным электричеством.

Некоторые проявления электрического тела, которые, как мне думается, аббат наблюдал на наружной поверхности заряженной склянки, заключались в притяжении ею всех легких предметов. Это мне доводилось наблюдать постоянно, но я не думаю, чтобы первоисточником этого явления служила способность наружной поверхности склянки к притяжению, и вернее будет полагать, что этой способностью обладают сами легкие предметы, которые только кажутся притягиваемыми склянкой. Ведь всегда же наблюдается, что если одно тело обладает по сравнению с другим бóльшим зарядом электрической субстанции (т. е. в пропорции с теми количествами, которые они содержат), то это тело притягивает к себе другое с меньшим зарядом.

Так вот мне и думается, как это предполагают воззрения г-на Франклина, что все те легкие тела, которые якобы притягиваются склянкой, заключают в себе больше электрической субстанции, чем наружная поверхность склянки, вследствие чего они притягивают последнюю к себе. Но склянка слишком тяжела для того, чтобы ее могла сдвинуть та небольшая сила, с которой на нее действуют легкие тела. Однако эта же сила, будучи больше силы веса этих

тел, перемещает их к склянке. Представить себе все это помогает следующий опыт. Подвесив на шелковой нити пробковый шарик (или перышко), наэлектризуйте его и подведите затем почти вплотную к какому угодно неподвижному телу, и тогда Вам покажется, что шарик как бы притягивается этим телом, потому что он полетит к нему. По общему признанию специалистов по электричеству, причина притяжения скрывается в самом шарике, а не в неподвижном теле, к которому он полетит. Этот случай аналогичен случаю кажущегося притяжения легких тел к наружной поверхности заряженной склянки.

Аббат утверждает (стр. 69), что «он может наэлектризовать сотню человек, стоящих на воске и взявшихся за руки, если один из них дотронется кончиком пальца своей руки до поверхности (наружной) склянки». Я знаю, что это он сумеет сделать, пока склянка заряжается, но я ничуть не меньше убежден и в том, что этого он никак не сможет осуществить после того, как склянка заряжена. Так, подвесьте склянку, приготовленную для лейденского опыта, к проводнику и попросите человека, стоящего на полу, держать палец своей руки прижатым к обкладке склянки во время вращения шара, пока электрическая субстанция не начнет стекать с крюка склянки или какой-либо части проводника, что я считаю наиболее верным признаком того, что склянка получила все количество электрической субстанции, которое она только способна вместить. Пусть теперь человек, стоявший до этого на полу, встанет на восковую подставку, и в этом случае он может стоять на ней часами, пока шар вращается, но никаких признаков того, что он наэлектризовался, Вы все-таки не обнаружите. Когда с крюка склянки, приготовленной для лейденского опыта, начала стекать электрическая субстанция, как об этом говорилось выше, я подвесил вторую такую же склянку за крюк, соединенный с обкладкой первой склянки, и взялся за нее своей рукой. Теперь, если бы через стекло первой склянки передавалось хоть сколько-нибудь электрической субстанции, то вторая склянка, наверное, получила бы и накопила бы ее. Однако, продержав склянки таким образом длительное время, пока шар непрерывно вращался,

я так и не обнаружил, чтобы вторая склянка зарядилась хотя бы в малейшей степени, так как, дотронувшись пальцем своей руки до крюка, как в лейденском опыте, я не почувствовал ни малейшего потрясения и не заметил проскакивания какой бы то ни было искры.

Провел я и такой опыт. Зарядив две склянки (приготовленные для лейденского опыта) через крюки, я отдал их двум лицам, одно из которых взялось за обкладку, а другое за крюк, предварительно устранив свое сообщение с нижней частью склянки. Эти лица встали по бокам от меня, а я, забравшись на восковую подставку, взялся за крюк той склянки, которую держали за обкладку (в этот момент проскочила искра, причем склянка не разрядилась, так как я стоял на воске).

Держась за крюк одной склянки, я дотронулся другой рукой до обкладки склянки, которую держали за крюк, в результате чего между моим пальцем и обкладкой склянки проскочила большая искра, мгновенно разрядившая обе склянки. Если бы взгляды аббата, по которым наружная поверхность, сообщающаяся с обкладкой, должна заряжаться так же, как и внутренняя, сообщающаяся с крюком, были правильными, то как мог я, стоя на воске, разрядить обе эти склянки, если хорошо известно, что мне не удавалось разряжать их поодиночке? Более того, предположим, что я извлек электрическую субстанцию из обеих склянок, тогда что же с ней сталось? Поскольку по окончании опыта мне не удалось, не сходя с восковой подставки, обнаружить в себе никакого дополнительного количества электричества, этот опыт окончательно убедил меня, что наружная поверхность не заряжена и не только не заряжена, но и испытывает такую же нехватку электрической субстанции, каков ее избыток на внутренней поверхности.

Ведь данное предположение, являющееся частью системы взглядов г-на Франклина, легко объясняет вышеуказанный опыт следующим образом. Когда я стою на воске, мое тело не способно принять всю электрическую субстанцию от крюка одной склянки, которую она готова отдать; точно так же оно не может отдать обкладке второй склянки столько, сколько та способна принять, когда я сообщаюсь

только с ней одной. Но когда я соединен с обеими склянками, то обкладка забирает от меня то, что поступает от крюка. Таким образом, я получаю огонь от первой склянки в точке B, наружная поверхность которой заряжается от руки в точке A, и отдаю огонь второй склянке в точке C, чья внутренняя поверхность разряжается прикосновением руки в точке D. Разряд в точке D можно

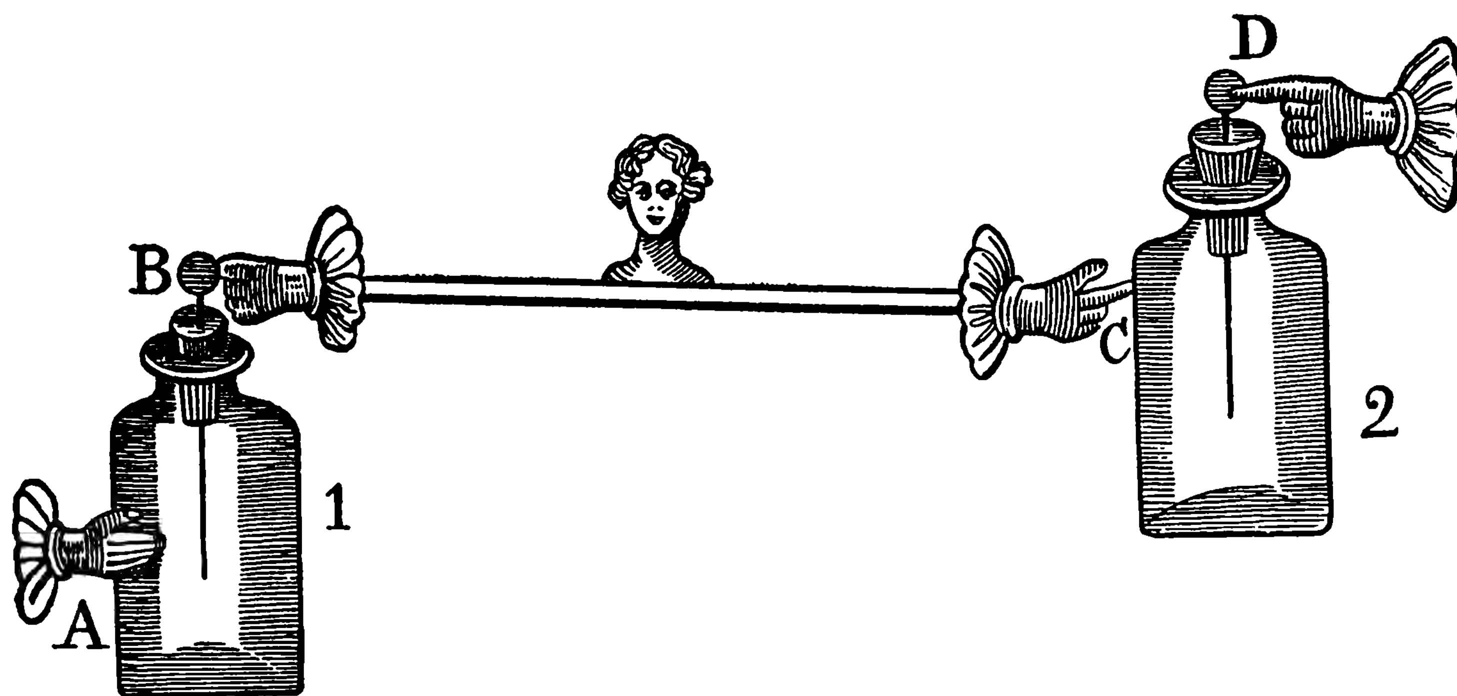


Рис. 11.

обнаружить путем получения этого огня крюком третьей склянки, что осуществляется следующим образом.

Вместо того чтобы браться рукой за крюк второй склянки, пропустите через него провод третьей склянки, подготовленной, как для лейденского опыта, и возьмите эту третью склянку в руку так, чтобы вторая склянка висела на крюке третьей. Во время опыта третья склянка, получив огонь в точке D, зарядится. Если рассмотреть этот опыт, то, я полагаю, можно окончательно убедиться в том, что наружной поверхности заряженной склянки нехватает электрической субстанции, тогда как на внутренней она имеется в избытке. В данном опыте следует отметить еще одно обстоятельство, заключающееся в том, что я не чувствую никакого потрясения или удара, не считая легкого покалывания, ощущаемого кончиками пальцев, хотя через руки мгновенно проходит очень большое количество электрической субстанции. Это позволяет мне думать, что аббат

ошибался, говоря, что между ударом, ощущаемым при лейденском опыте, и покалыванием, испытываемым при проскакивании простых искр, нет иной разницы, кроме силы удара.

В последнем опыте через мои руки прошло такое количество электрической субстанции, которое способно было бы причинить мне весьма ощутимый удар, если бы было установлено прямое сообщение через мои руки от крюка к обкладке одной и той же склянки; ведь когда эта электрическая субстанция была отведена в третью склянку, которую затем отдельно разрядили через мои руки, я испытал ощутимый удар. Если эти опыты доказывают, что электрическая субстанция не проходит через всю толщу стекла, то необходимым выводом отсюда должно быть то, что она всегда вытекает там же, где притекала.

Следующий, обнаруженный мною на стр. 88 пятого письма аббата момент заключается в том, что он не согласен с г-ном Франклином, полагающим, что вся сила, способная наносить удар, заключается в самом стекле, а не в неэлектриках, находящихся с ним в соприкосновении [25]. Опыты, излагаемые г-ном Франклином в подтверждение этой точки зрения в его «Опытах и наблюдениях над электричеством» (письмо III, стр. 24) [26], убедили меня в его правоте, а все изложенное аббатом в опровержение этой точки зрения нисколько не изменило моего мнения. Аббат, представляя себе, думается мне, что опыты, как их проводил г-н Франклин, должны доказать его утверждения, изменяет эти опыты без всяких к тому объяснений и проделывает их так, что они совершенно ничего не доказывают. Для чего ему потребовалось, чтобы склянка, в которую переливается вода из заряженной банки, находилась в руке человека? Если способность вызывать удар заключается в воде, которая налита в склянку, то она в ней и должна оставаться, хотя мы и перелили воду в другую склянку, поскольку никакой неэлектрик не приходил с ней в соприкосновение, чтобы перенять эту способность. То обстоятельство, что склянка ставится на воск, не должно вызывать возражений, так как в результате этого от воды никакая сила не забирается, если она в ней имеется. Это — просто необходимый прием для

установления факта. А вот то, что склянка, если ее держать в руке, заряжается, служит просто доказательством, что вода проводит электрическую субстанцию. Признаваясь (стр. 94), что ему приходилось слышать подобные замечания, аббат, однако, спрашивает, почему же проводник электричества не является объектом электричества? [27]. Не в этом дело. Г-н Франклин никогда не говорил, что вода не является объектом электричества; он просто утверждал, что способность вызывать удар заключена в стекле, а не в воде. Между прочим, его опыты доказывают это настолько полно, что было бы просто неуместно предлагать еще какие-то дополнительные опыты. Однако, поскольку мне неизвестно, чтобы излагаемый ниже опыт был проделан кем-либо до меня, надеюсь, что меня простят, если я включу сюда его изложение. Опыт этот заключается в следующем.

Подвесьте склянку, приготовленную для лейденского опыта, крюком за проводник и зарядите ее, после чего устраните сообщение с дном склянки. Теперь проводник начнет обнаруживать явные признаки электризации, и если к нему привязать нить, оставив свободные концы длиной около двух дюймов, то последние разойдутся, как рога; если же после этого дотронуться до проводника и извлечь из него искру, то концы нити опадут и проводник не покажет больше ни малейших признаков электризации. Мне думается, что этим прикосновением к проводнику я отбираю весь тот заряд электрической субстанции из проводника, крюка склянки, воды или железных опилок в склянке, который ничуть не превосходит того, что забирается всеми неэлектриками; и все-таки стекло склянки сохраняет свою способность причинять удар, в чем может по желанию убедиться всякий. Этот опыт полностью доказывает, что вода в склянке содержит электрической субстанции не больше, чем вода в открытом сосуде, и что она не заключает в себе ничего из того большого количества электрической субстанции, которое производит удар и которое удерживается только стеклом.

Если после проскакивания искры из проводника дотронуться до обкладки склянки (которая, как это предполагается, все время висела в воздухе без соприкосновения с каким-либо неэлектриком),

то концы нити на проводнике мгновенно разойдутся, указывая на то, что проводник стал наэлектризованным. Он получает эту электризацию за счет внутренней поверхности склянки, которая, когда наружная поверхность имеет возможность восполнить недостающее ей количество от держащей ее руки, отдает находящимся в соприкосновении с ней предметам столько электрической субстанции, сколько те способны воспринять, или, если они имеют достаточную величину, весь свой избыток. Любопытно наблюдать, как концы нити расходятся и сходятся опять, когда поочередно дотрагиваются до обкладки и проводника склянки. Не может ли быть так, что разность между заряженной стороной стекла и наружной, или разряженной, стороной уменьшается при прикосновении к крюку или проводнику; наружная сторона получает электричество от руки, которая до нее дотронулась, а тогда внутренняя сторона уже неспособна удержать прежнее количество электрической субстанции, и по этой причине то, что не может быть удержано, идет на электризацию воды или опилок вместе с проводником. Ведь, повидимому, существует правило, что одна сторона должна разряжаться в той же самой степени, в какой другая сторона заряжается. И хотя это вытекает из опыта, здесь мы встречаемся с тайной, которая не поддается объяснению.

Во многих местах книги аббата меня поразило то, что в Париже опыты давали столь различные результаты по сравнению с тем, что получал г-н Франклин и что я привык всегда наблюдать. Проводя опыты для определения разницы между двумя поверхностями заряженного стекла, аббат не ставит склянку на воск. Разве, заявляет он, Вам не известно, что склянка, если ее поместить на электрик per se, быстро утрачивает свое качество? Мне трудно представить себе, что могло заставить аббата так думать; это находится в явном противоречии с обычными представлениями об электриках per se, и опыты убеждают меня в обратном. Я несколько раз ставил заряженную склянку на воск на много часов и установил, что она сохраняла свой заряд не хуже, чем склянка, которая столько же стояла на столе. Оставив одну склянку стоять на воске с десяти

часов вечера до восьми утра следующего дня, я обнаружил, что она сохранила достаточную часть своего заряда, чтобы вызвать у меня ощутимое сотрясение в руках, хотя комната, в которой находилась склянка, подметалась за это время, в результате чего поднималось много пыли, способствовавшей разряду склянки.

Я установил, что пробковый шарик, подвешенный между двумя склянками, одна из которых заряжена полностью, а другая лишь незначительно, не будет колебаться между ними, а установится в положении, образующем треугольник с крюками склянок, хотя аббат и утверждает противное (стр. 101), чтобы как-то объяснить колебания пробкового шарика между проводами, один из которых вставлен в склянку через горлышко, а другой поднимается от ее обкладки. Склянка с меньшим зарядом должна иметь больше сообщенной ей электрической субстанции пропорционально ее размерам, чем пробковый шарик получает от крюка полностью заряженной склянки.

Аббат заявляет (стр. 103), что «подвешенный на шелковой нити и наэлектризованный металлический листочек будет отталкиваться от нижней части заряженной склянки, если ее поддерживать рукой в воздухе за крюк» [28]. Я неоднократно убеждался в обратном, и у меня листочек всегда сначала притягивается, а только потом уже отталкивается. При электризации листочка необходимо быть осторожным, чтобы он не отлетел к какому-либо неэлектрику и не разрядился бы таким образом, хотя вы будете попрежнему думать, что он остается заряженным. Листочек трудно предохранить от прикосновения к запястью Вашей руки или другой части Вашего тела.

По словам аббата (стр. 108), «не невозможно, вопреки утверждению г-на Франклина, зарядить склянку, пока существует сообщение между ее обкладкой и крюком» [29]. У меня всегда получалось, что зарядить такую склянку настолько, чтобы она могла давать удар, невозможно. И на самом деле, если подвесить такую склянку, не имеющую сообщения с окружающими предметами, к проводнику, то от нее можно получить искру, как и от любого другого подвешенного к нему же тела, однако это весьма отличается от той зарядки,

которая дает удар. Чтобы объяснить наличие небольшого количества электрической субстанции в склянке, аббат заявляет, что «электричество скорее протекает по металлу, нежели по стеклу, и что оно рассеивается в воздух с обкладки склянки» [30]. Интересно было бы знать, почему электрическая субстанция не делает того же самого, когда она просачивается через стекло и заряжает наружную поверхность в соответствии с системой воззрения аббата!

Возражения аббата против последних двух опытов г-на Франклина представляются мне маловесомыми. Он, кажется, по сути дела не знает, что и сказать, а поэтому обвиняет г-на Франклина в утаивании существенной части опыта — слишком низкое обвинение, чтобы его можно было предъявить любому джентльмену, проявившему бóльшую объективность при описании опытов, чем это сделал сам аббат.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ,

проведенные магистром искусств и членом Королевского общества Джоном Кантоном с попыткой объяснить ряд присущих им явлений вместе с некоторыми наблюдениями в отношении грозовых туч, дающими дальнейшее подтверждение выводов г-на Франклина о положительном и отрицательном состоянии облаков

6 декабря 1753 г.

Опыт I

Подвесьте к потолку или какой-угодно другой удобной части комнаты на льняных нитях, длиной по восемь—девять дюймов, два пробковых шарика, величиной с малую горошину каждый, так, чтобы они соприкасались друг с другом. Подведите к шарикам снизу на расстояние в три—четыре фута возбужденную стеклянную трубку, и тогда шарики разойдутся; подведите трубку еще ближе, и шарики разойдутся дальше, но стоит только трубку убрать, как шарики немедленно сойдутся. Этот опыт можно проделать и с очень маленькими латунными шариками, подвешенными на серебряной проволоке; он удастся также и с наэлектризованным сургучом или со стеклом.

Опыт II

Если два пробковых шарика подвесить на сухих шелковых нитях, то возбужденную трубку придется подвести к ним на расстояние не дальше восемнадцати дюймов, прежде чем они начнут отталкивать друг друга; они будут отталкивать друг друга некоторое время и после того, как трубку уберут.

Поскольку в первом опыте шарики не были изолированы, о них, строго говоря, нельзя было сказать, что они наэлектризованы; но когда шарики висят в атмосфере возбужденной трубки, они притягивают к себе электрическую жидкость и сгущают ее вокруг себя, отдаляясь друг от друга под действием отталкивания ее частиц. Можно также предполагать, что шарики в это время содержат электрической жидкости меньше присущей им от природы доли вследствие отталкивания со стороны той жидкости, которая окружает их, хотя, вероятно, некоторое ее количество непрерывно проникает и проходит через нити. А если дело обстоит именно так, то ясно, почему шарики, подвешиваемые во втором опыте на шелковых нитях, должны очутиться в гораздо более плотной области атмосферы трубки, прежде чем они станут отталкивать друг друга. При подведении возбужденной сургучной палочки к шарикам в первом опыте электрический огонь, как можно полагать, должен поступать к шарикам через нити и конденсироваться там на пути к сургучу, так как, по мнению г-на Франклина, возбужденное стекло *испускает* электрическую жидкость, а возбужденный сургуч *приобретает* ее.

Опыт III

Изолируйте шелком оловянную трубку, длиной в четыре—пять футов и диаметром около двух дюймов, и подвесьте к одному ее концу на льняных нитях пробковые шарики. Подведя к другому концу этой трубки возбужденную стеклянную трубку, наэлектризуйте ее до такой степени, чтобы шарики разошлись на расстояние в полтора—два дюйма один от другого. Затем, по мере приближения возбужден-

ной трубки, они начнут постепенно утрачивать свою отталкивающую силу и сблизятся до соприкосновения; если же трубку подвести еще ближе, то шарики снова оттолкнутся друг от друга на такое же расстояние, что и прежде. При удалении трубки шарики сблизятся до соприкосновения, а затем оттолкнутся, как и прежде. Если бы оловянная трубка была наэлектризована от сургуча или же от провода заряженной склянки, то приближение сургучной палочки или провода склянки оказывало бы на шарики такое же действие.

Опыт IV

Как и в предшествующем опыте, наэлектризуйте пробковые шарики стеклом, тогда, при приближении к ним возбужденной сургучной палочки, взаимное отталкивание шариков усилится. Такое же действие будет наблюдаться и в том случае, если к ним приблизить возбужденное стекло, когда шарики наэлектризованы от сургуча.

Можно предполагать, что, приближая возбужденное стекло к концу или краю оловянной трубки в третьем опыте, мы электризуем ее положительно или пополняем содержавшееся в ней количество электрического огня; следовательно, некоторое количество огня утечет через шарики, и они оттолкнутся друг от друга. Но при приближении возбужденного стекла, которое также *испускает* электрическую жидкость, ее разряд с шариков уменьшится, т. е. часть ее будет возвращена силой, действующей в противоположном направлении, так что шарики снова сблизятся. Если трубку держать на таком расстоянии от шариков, чтобы разница между плотностью жидкости в среде, окружающей шарики, и плотностью жидкости, обычно находящейся в воздухе, была равна разнице между плотностью жидкости, находящейся в шариках, и плотностью жидкости, обычно содержащейся в пробке, то взаимоотталкивание шариков будет полностью уничтожено. Но если трубку подвести еще ближе, то жидкость снаружи шариков, будучи плотнее жидкости внутри шариков, станет притягиваться шариками, и они снова отодвинутся друг от друга.

Когда прибор потеряет часть присущей ему от природы электрической жидкости, то ли вследствие приближения к одному его концу возбужденного сургуча, то ли же вследствие того, что прибор был наэлектризован отрицательно, шарики начнут притягивать и поглощать электрический огонь, чтобы восполнить эту недостачу; еще более определенно это будет наблюдаться при приближении возбужденного стекла или положительно наэлектризованного тела; вот почему расстояние между шариками возрастает по мере увеличения количества жидкости в окружающей их среде. И вообще, независимо от приближения или удаления любого предмета, если разница между плотностями жидкости внутри шариков и снаружи от них увеличится или уменьшится, соответственно возрастет или уменьшится отталкивание шариков друг от друга.

Опыт V

Если изолированная оловянная трубка не наэлектризована и если к ее середине, почти под прямым углом, подвести возбужденную стеклянную трубку, то подвешенные на конце трубки шарики оттолкнутся друг от друга и на тем большее расстояние, чем ближе будет подведена возбужденная трубка. Продержав трубку несколько секунд на расстоянии около шести дюймов, отведите ее, тогда шарики сблизятся до соприкосновения и дальше снова разойдутся, если трубку отвести еще, причем они будут продолжать отталкиваться друг от друга до тех пор, пока трубка не будет удалена совершенно. И это отталкивание шариков станет усиливаться при приближении возбужденного стекла, но уменьшаться с приближением возбужденного сургуча, подобно тому, как это происходило в третьем опыте.

Опыт VI

Изолировав две оловянные трубки A и B, расположите их по одной линии с разрывом между ними в полдюйма и подвесьте на наружном конце каждой из них по паре пробковых шариков. Под-

ведя возбужденную стеклянную трубку к середине трубки *A* на расстояние в несколько дюймов, подержите ее так некоторое время, и тогда обе пары шариков разойдутся в стороны. Отведите трубку, и шарики трубки *A* сойдутся, а затем снова разойдутся, но на шарики трубки *B* это не окажет почти никакого воздействия. С приближением возбужденной стеклянной трубки к шарикам трубки *A* снизу взаимоотталкивание последних усилится, но если эту трубку подобным же образом приблизить к шарикам *B*, то их взаимоотталкивание ослабнет.

Можно предполагать, что при проведении пятого опыта природное количество электрической субстанции, содержащееся в оловянной трубке, разрежается на ее середине и сгущается по концам трубки под действием отталкивающей силы среды, окружающей возбужденную стеклянную трубку, когда последнюю подводят поближе к оловянной трубке. И не исключено, что оловянная трубка прежде теряет некоторое количество присущей ей от природы электрической жидкости, пока она получит какое-то количество от стекла, так как электрическая жидкость с большей легкостью стекает с концов и краев трубки, чем проникает в нее на середине. И соответственно, когда стеклянную трубку удалят, жидкость снова равномерно растечется по всему прибору, а оловянная трубка, как показывает опыт, будет наэлектризована отрицательно, потому что, если теперь к шарикам подвести снизу возбужденную стеклянную трубку, это повлечет за собой усиление отталкивания шариков друг от друга.

В шестом опыте часть электрической жидкости, вытесненная из одной оловянной трубки, поступает в другую, наэлектризованную положительно, о чем можно судить по ослаблению отталкивания подвешенных на ее конце шариков, если к ним подводить возбужденное стекло.

Опыт VII

Поместите оловянную трубку с парой шариков, подвешенных на одном ее конце, не ближе трех футов от любой стены комнаты и подсушите воздух в комнате при помощи огня. Наэлектризуйте

до значительной степени прибор и затем дотроньтесь пальцем или любым другим проводником до оловянной трубки, и шарики несмотря на это попрежнему будут отталкивать друг друга, хотя и на меньшее расстояние, чем прежде.

Надо полагать, что воздух, окружающий прибор на расстоянии до двух—трех футов, содержит электрического огня больше или меньше, чем это бывает в присущем ему от природы состоянии, в зависимости от того, положительно или отрицательно наэлектризована оловянная трубка; а когда воздух очень сух, он не отдает своего избытка электрического огня и не допускает восполнения своей недостачи так скоро, как олово, и может оставаться наэлектризованным значительное время после того, как до оловянной трубки дотронулись пальцем или проводником.

Опыт VIII

Если к торричеллиевой трубке длиной около пяти футов, изготовленной, как это описано в «Философских трудах», т. XLVII, стр. 370, подвести на близкое расстояние возбужденную трубку, то внутри первой на протяжении более половины ее длины можно будет видеть свечение, которое скоро пропадет, если трубку не подводить еще ближе, но снова возникнет, если трубку отвести подальше. Это можно повторять несколько раз без повторного возбуждения трубки.

Этот опыт может рассматриваться как визуальное доказательство справедливости гипотезы г-на Франклина. Ведь когда электрическая жидкость собирается с одной стороны тонкого стекла, она будет, если не встретит сопротивления, отталкиваться с другой. В соответствии с этим можно предполагать, что с приближением возбужденной трубки огонь должен отталкиваться от внутренней стенки стеклянного сосуда под вакуумом и отводиться через столбики ртути, но, как только трубка будет удалена, огонь должен возвратиться.

Опыт IX

Возьмитесь за середину возбужденной сургучной палочки, длиной в два с половиною фута и диаметром около одного дюйма, и, возбудив стеклянную трубку, проведите ею по одной половине палочки. Затем, слегка повернув палочку вокруг ее оси, снова наэлектризуйте трубку и проведите еще раз вдоль той же половины. Повторите эту операцию несколько раз. Тогда на этой половине палочки отталкивающая сила шариков, наэлектризованных стеклом, пропадет, а на другой половине возрастет.

Из этого опыта следует, что сургуч также можно наэлектризовать и положительно и отрицательно. И совсем не исключено, что количество электрической жидкости, содержащееся в каком бы то ни было предмете, можно как увеличить, так и уменьшить. Некоторые облака, если судить по тому, что мне пришлось наблюдать во время множества опытов, находятся в состоянии положительного электричества, а другие в состоянии отрицательного, так как наэлектризованные ими пробковые шарики иногда притягиваются при приближении возбужденного стекла, а в других случаях расходятся на еще большее расстояние. Мне довелось наблюдать пять или шесть раз такие перемены за время менее получаса, когда шарики сближались, оставались несколько секунд в соприкосновении и затем снова отталкивали друг друга. При помощи заряженной склянки можно также легко установить, извлекается ли электрический огонь из прибора отрицательным облаком или же он загоняется в прибор положительно заряженным облаком; и независимо от того, каким облаком будет наэлектризован прибор, если это облако мгновенно утратит имеющийся у него излишек или же внезапно восполнит свою недостачу, прибор потеряет свое электричество, как это наблюдается сразу же после вспышки молнии. Но когда воздух очень сух, прибор будет оставаться наэлектризованным еще десять минут или четверть часа уже после того, как облако прошло через точку зенита, а в некоторых случаях даже до тех пор, пока облако не пройдет более половины своего пути к горизонту.

Дождь, особенно крупный, обычно захватывает электрический огонь, а при летнем граде, это, думается, бывает всегда. В последний раз прибор наэлектризовался совсем недавно во время мокрого снегопада, именно 12 ноября. Это было на двадцать шестые сутки и в шестьдесят первый раз электризации аппарата после его установки приблизительно в середине мая текущего года. А так как термометр Фаренгейта показывал тогда всего семь градусов выше точки замерзания, то можно ожидать, что зима не полностью приостановит наблюдения такого рода. В Лондоне за все лето было не больше двух гроз; во время одной из них прибор порой так сильно электризовался, что колокольчики, ранее часто звонившие под действием облаков так, что их было слышно по всему дому (при открытых комнатных дверях), на этот раз были заглушены почти непрерывным потоком плотного электрического огня между каждым из колокольчиков и латунным шариком, не позволявшим молоточкам ударять.

Закончу это и без того пространное письмо следующими вопросами:

1. Не может ли внезапно разредившийся воздух отдавать (а внезапно сгустившийся получать) электрический огонь проходящим через него облакам и парам?

2. Не является ли северное сияние вспышкой электрического огня при его переходе на большое расстояние от положительных облаков к отрицательным в верхней части атмосферы, где сопротивление имеет самую малую величину?

Приложение

Г-н Франклин в одном из прежних писем г-ну Коллинсону упоминал о своем намерении испытать действие очень сильного электрического удара на индейке. Впоследствии этот джентльмен был так любезен, что прислал отчет об этом, суть которого такова.

На первых порах он провел несколько опытов на домашней птице и установил, что двух больших тонкостенных банок с обкладками из позолоты, емкостью около шести галлонов каждая, хватало при полном их заряде для того, чтобы сразу умерщвлять обыкновен-

ных кур, тогда как индейки, испытывавшие после удара сильные конвульсии и затем несколько минут лежавшие замертво, спустя меньше четверти часа полностью оживали. Однако, добавив к первым двум еще три такие же банки, хотя и не полностью заряженные, он сумел умертвить ударом одну индейку весом около десяти фунтов. По его мнению, этих банок вполне хватит, чтобы убить гораздо более крупную индейку. Судя по его словам, он убедился в том, что убитые таким способом птицы были гораздо нежнее на вкус.

Проводя эти опыты, он установил, что человек способен без особенно большого вреда для себя перенести удар значительно большей силы, чем это ему представлялось раньше, так как он нечаянно сам получил удар через руки и тело от двух таких почти полностью заряженных банок. Ему показалось, что его ударили по всему телу от головы до ног, после чего все туловище охватила сильная и быстрая дрожь, постепенно стихнувшая через несколько секунд. Прошло несколько минут, прежде чем он пришел в себя и осознал случившееся, так как он не заметил вспышки, хотя и смотрел тогда на первичный проводник, откуда последовал удар в тыльную часть кисти. Треска он также не слышал, хотя стоявшие рядом с ним люди утверждали, что он был довольно громким. Не почувствовал он и никакого особенного удара в руку, хотя потом обнаружил на ней опухоль величиной в половину пистолетной пули. На остальную часть вечера его руки и затылок немного онемели, а грудь болела всю неделю, как если бы его избили. Из этого опыта видна та опасность, которой даже при соблюдении крайней осторожности подвергает себя экспериментатор, когда он проводит опыты с банками большой величины. Ведь можно не сомневаться в том, что несколько подобных полностью заряженных банок, но более крупных, способны столь же определенно убить человека, как до этого с их помощью была умерщвлена индейка.

N. B. Подлинник этого письма, прочитанного в Королевском обществе, был утерян.



СООБЩЕНИЯ И ПИСЬМА ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ И О ДРУГИХ ФИЛОСОФСКИХ ВОПРОСАХ

ОПЫТЫ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСТВУ,

проведенные в развитие опытов г-на Кантона, о которых говорится в его статье от 6 декабря 1753 г., с пояснениями г-на Вениамина Франклина

Филадельфия, 14 марта 1755 г.

(Зачитано на заседании Королевского общества 18 декабря 1755 г.)

Основные положения

I. Электрические атмосферы, образовавшиеся вокруг неэлектриков, при сближении друг с другом не смешиваются и не соединяются в одну атмосферу, а, оставаясь самостоятельными, отталкивают друг друга.

Это ясно видно из поведения подвешенных пробковых шариков и других наэлектризованных предметов.

II. Электрическая атмосфера отталкивает не только другую электрическую атмосферу, но и электрическую субстанцию, содержащуюся в веществе приближаемого к ней предмета; не соединяясь и не смешиваясь с последней, она заставляет электрическую субстанцию перемещаться в другие части предмета, в себе ее заключающего.

Это вытекает из ряда нижеизлагаемых опытов.

III. Тела, наэлектризованные отрицательно, т. е. лишенные присущего им природного количества электричества, отталкивают друг друга (или по крайней мере кажутся отталкивающими друг друга вследствие взаимного отклонения), точно так же, как и тела, наэлектризованные положительно или обладающие электрическими атмосферами.

Это можно показать путем прикосновения отрицательно заряженным проводом банки к двум пробковым шарикам, подвешенным на шелковых нитях, а также посредством многих других опытов.

Подготовка к опытам

Подвесьте на шелковинках кисть или пучок из 15—20 нитей, длиной по три дюйма, к одному концу оловянного первичного проводника (у меня проводник имеет в длину около 5 футов и диаметр около 4 дюймов).

Пусть нити будут немного влажными, но не мокрыми.

Опыт I

Проведите наэлектризованной стеклянной трубкой около другого конца первичного проводника, чтобы тот получил несколько искр, и тогда нити разойдутся.

Потому что каждая нить, как и первичный проводник, приобрела электрическую атмосферу, которая отталкивает и сама отталкивается атмосферами других нитей. Если бы ряд подобных атмосфер мог легко слиться друг с другом воедино, то нити соединились бы воедино и повисли бы в центре единой атмосферы, общей для всех их.

Вновь натрите трубку и подведите ее поперек к тому же самому концу первичного проводника, но не столь близко, чтобы позволить проскакивать искрам, и тогда нити разойдутся еще немного больше.

Потому что атмосфера наэлектризованной трубки давит на атмосферу первичного проводника и гонит ее к тому его концу, где

подвешены нити, благодаря чему каждая нить приобретает еще бо́льшую атмосферу.

Уберите трубку, и нити сблизятся друг с другом до прежнего расстояния.

Они сблизятся друг с другом точно до прежнего расстояния, но ничуть не больше. Потому что атмосфера стеклянной трубки, не слившаяся с атмосферой первичного проводника, полностью устраняется, ничего к последней не прибавляя и ничего от нее не отнимая.

Подведите наэлектризованную трубку под пучок нитей снизу, и те немного сблизятся друг с другом.

Они сблизятся друг с другом, потому что атмосфера стеклянной трубки отталкивает их атмосферы и гонит их частично обратно к первичному проводнику.

Уберите трубку, и нити разойдутся до прежнего расстояния.

Ведь часть атмосферы, которой они лишились, возвращается к ним опять.

Опыт II

Наэлектризуйте стеклянную трубку и подведите ее поперек к первичному проводнику с его конца, противоположного тому, на котором висят нити, на расстояние в пять—шесть дюймов. Подержите ее в таком положении несколько секунд, и нити пучка разойдутся. Уберите трубку, и нити сомкнутся.

Расходятся они потому, что получили электрическую атмосферу за счет электрической субстанции, до этого содержавшейся в веществе первичного проводника, которая, однако, теперь отталкивается и угоняется атмосферой стеклянной трубки из ближайших к последней частей первичного проводника и вытесняется на поверхность первичного проводника на другом его конце и на висящие там нити. Если бы по первичному проводнику и вдоль него к нитям перетекала какая-то часть атмосферы стеклянной трубки, давая им атмосферы (как это бывает, когда на первичный проводник проскакивает искра со стеклянной трубки), то эта часть атмосферы стеклянной трубки

оставалась бы там, и нити продолжали бы расходиться; но, если убрать трубку, нити сближаются друг с другом, потому что трубка уносит с собой *всю свою атмосферу*, а электрическая субстанция, вытесненная из вещества первичного проводника и создавшая атмосферы вокруг нитей, получает тем самым возможность возвратиться на свое место.

Извлеките искру из первичного проводника около того места, где висят разомкнувшиеся, как и прежде, нити, и те сблизятся друг с другом.

Извлекши эту искру, Вы устраните атмосферы нитей, состоявшие из электрической субстанции, которая была вытеснена из вещества первичного проводника, как об этом говорилось выше, благодаря отталкиванию со стороны атмосферы стеклянной трубки. Если извлечь эту искру, то тем самым первичный проводник лишится части присущего ему от природы количества электрической субстанции, которая не может быть восполнена стеклянной трубкой, потому что та, когда ее потом убирают, уносит с собой всю свою атмосферу, оставляя первичный проводник наэлектризованным отрицательно, как это будет видно из последующего опыта.

Уберите теперь трубку, и нити вновь разойдутся.

Ведь теперь электрическая субстанция восстанавливает свое равновесие в первичном проводнике или равномерное распределение во всех частях его вещества, а первичный проводник и нити, утратив часть своего природного количества электричества, электризуются отрицательно, благодаря чему нити отталкивают друг друга в силу положения III.

Подведите трубку к первичному проводнику в том же месте, что и раньше, и нити вновь сомкнутся.

Потому что часть их природного количества электрической жидкости, которой они лишились, теперь возвратится к ним благодаря отталкиванию со стороны стеклянной трубки, которая вытеснит эту жидкость к ним из других частей первичного проводника, так что теперь они будут опять в своем естественном состоянии.

Уберите трубку, и нити опять разойдутся.

Потому что то, что было возвращено им, теперь вновь уходит от них, утекая обратно в первичный проводник и оставляя их еще раз наэлектризованными отрицательно.

Подведите наэлектризованную трубку под нити снизу, и они разойдутся еще больше.

Потому что присущее им от природы количество электричества в еще большей степени вытесняется в первичный проводник, благодаря чему их отрицательное электричество увеличивается.

Опыт III

Подведите наэлектризованную трубку снизу под пучок нитей, висящих на ненаэлектризованном первичном проводнике, и нити разойдутся.

Тем самым часть присущего им от природы количества электричества вытесняется из них в первичный проводник, и они электризуются отрицательно и, значит, отталкивают друг друга.

Держа трубку одной рукой в том же положении, попытайтесь дотрагиваться пальцем другой руки до нитей, и они станут уклоняться от пальца.

Ведь при погружении пальца в атмосферу стеклянной трубки, а также в атмосферы нитей часть присущего ему от природы электричества вытесняется этой атмосферой обратно через руку и тело, так что палец, как и нити, становится наэлектризованным отрицательно и таким образом отталкивает нити и сам отталкивается ими. Чтобы подтвердить это, поднесите пучок тонких легких нитей хлопка, длиной в два—три дюйма, поближе к первичному проводнику, который наэлектризован стеклянным шаром или трубкой, и Вы увидите, что нити хлопка вытянутся в направлении к первичному проводнику. Попытайтесь дотронуться до пучка хлопка пальцем другой руки, и он станет отталкивать хлопок. Поднесите к хлопку положительно наэлектризованный провод банки, и нити мгновенно потянутся к проводу. Поднесите хлопок поближе к отрицательно

заряженному проводу банки, и он оттолкнется от провода точно так же, как раньше от пальца. Это показывает, что палец, как и сам пучок хлопковых нитей в этом случае, наэлектризован отрицательно.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ПИСЬМА

г-на В. Франклина об электричестве на имя г-на д'Алибара, которое было вложено в письмо на имя члена Королевского общества г-на Питера Коллинсона

Филадельфия, 29 июня 1755 г.

(Зачитано на заседании Королевского общества 18 декабря 1755 г.)

Вы пожелали узнать мое мнение об итальянской книге отца Беккария *.

Я прочел ее с большим удовольствием и считаю одной из лучших книг по этому вопросу, какие мне только приходилось встречать на каком бы то ни было языке. Что же касается раздела о водяных смерчах, то пока я не разделяю его взглядов, хотя должен признаться Вам, что он трактует этот вопрос весьма изобретательно. В свое время я изложил полностью г-ну Коллинсону свою точку зрения на ураганы и водяные смерчи. Не знаю, будут или нет эти мои взгляды опубликованы. Если не будут, то я попрошу переслать копию их для Вашего ознакомления. Мне не думается, что отец Беккария подвергает сомнению *полную непроницаемость стекла* в том смысле, как я это понимаю, потому что приводимые им примеры пробоин в стекле от электрического удара всем нам известны из практики. Это только показывает, что электрическая жидкость не может

* Эта книга об искусственном и природном электричестве в двух частях написана в соответствии с теорией г-на Франклина. Напечатана она была на итальянском языке в Турине в 1753 г. Между двумя ее частями помещено письмо к аббату Нолле в защиту взглядов г-на Франклина. *Дж. Бевис.*

проникнуть через стекло, не оставив после себя отверстия. В том же смысле мы говорим, что стекло непроницаемо для воды, хотя ее струя из пожарной машины пробивает самые толстые оконные стекла. Что же касается действия заостренных прутков по извлечению электрической субстанции из облаков в целях защиты зданий и т. п., в чем, как Вы утверждаете, он сомневается, то должен признаться, что, на мой взгляд, он просто говорит с присущей ему сдержанностью и рассудительностью. Я вижу, что меня в этом вопросе поняли лишь частично. Об этом я писал в ряде своих писем и, за исключением одного случая, всегда предполагая двоякую возможность, а именно, что воздвигаемые на зданиях заостренные прутки, сообщающиеся с влажной землей, либо предотвращают удар молнии, либо проводят его без ущерба для зданий. И тем не менее, когда в Европе изучают мою точку зрения, то рассматривают только вероятность того, что эти прутки предотвратят удары молнии. А это только часть того применения, которое я предусматриваю для них. О другой же части моего предложения, предусматривающей прохождение молнии по прутку, если он не предотвращает удара, видимо, совершенно забывают, хотя она не менее важна и полезна *.

Благодарю Вас за сообщение о наблюдениях г-на де Бюффона по поводу действия молнии в Дижоне 7 июня прошлого года. В свою очередь позвольте и мне описать подобный же случай, свидетелем которого мне недавно довелось быть. В ноябре прошлого года я по-

---

* Вопреки этой жалобе автора, перепечатывавшейся в четырех изданиях его трудов, его продолжают неправильно понимать и толковать в этом конкретном вопросе, как будто он усматривал единственное назначение заостренных прутков только в отводе молнии из облаков и предотвращении удара, а что же касается приводимых им доказательств, когда прутки предохраняли здания, проводя молнию при ударе, о чем можно было судить по оплавлению их концов, то такие примеры рассматривались как доказательство неудачности применения.

См., например, только что выпущенную в свет брошюру «Наблюдения за молниями». 1773 г.

сетил городок Ньюбери (Новая Англия), где мне показали последствия удара молнии в церковь во время грозы, разразившейся за несколько месяцев до моего посещения. Колокольня представляла собой квадратную деревянную башню, высотой от земли до колокола в семьдесят футов, над которой до флюгера еще на семьдесят футов возвышался деревянный же шпиль в виде конуса. Колокол был снабжен железным молотком, отбивавшим часы; от конца рукоятки этого молотка через небольшое отверстие в полу, где покоился колокол, вниз на второй этаж проходила проволока. Таким же способом проволока была пропущена через пол следующего этажа и шла дальше под штукатурным потолком на небольшом расстоянии от него до самой стены, по которой она спускалась к часам, находившимся почти на двадцать футов ниже колокола. Проволока была не толще обычной вязальной иглы. Молния разбила шпиль на куски и раскидала последние по всей церковной площади, так что над колоколом не осталось никакого крова.

Путь от молотка к часам молния проделала по проволоке, не оставив никаких следов на полах обоих этажей (за исключением того, что отверстия для проволоки стали немного шире) и не повредив ни их, ни штукатурки на стене и потолке или какой-либо другой части здания на всем протяжении этой проволоки и проволоки маятника часов толщиной с гусиное перо. Однако ниже конца маятника и вплоть до самой земли здание было сильно повреждено, а несколько вырванных из стены фундамента камней валялись на двадцать—тридцать футов в стороне. Проходившую от часов к молотку длинную тонкую проволоку не удалось нигде найти, кроме двух коротких ее обрывков длиной около двух дюймов, уцелевших на конце рукоятки молотка и у часов. Остальная проволока была взорвана, а ее частицы рассеялись в дыму и воздухе подобно пороху в обычном огне, оставив только полоску грязной копоти на штукатурке вдоль потолка и стены шириной в три—четыре дюйма, сильнее всего потемневшую посередине. Таковы были видимые последствия, по поводу которых мне хотелось бы сделать лишь несколько следующих замечаний.

1. Молния на своем пути через здание минует дерево и проходит насколько ей удается по металлу, проникая снова в дерево там, где оканчивается металлический проводник.

То же самое мне приходилось наблюдать и в других случаях с кирпичными и каменными стенами.

2. Количество молнии, прошедшее через эту колокольню, должно было быть очень большим, если судить по результатам его воздействия на шпиль, возвышавшийся над колоколом, и на квадратную башню ниже конца маятника часов.

3. Как бы велико ни было это количество, оно прошло по тонкой проволоке и маятнику часов, без малейшего ущерба для здания на всем их протяжении.

4. Стержень маятника, будучи достаточно толстым, пропустил молнию без всякого ущерба для себя, тогда как тонкая проволока была полностью уничтожена.

5. Хотя сама тонкая проволока и была уничтожена, все же она пропустила через себя молнию без вреда для здания.

6. А из всего вышеизложенного представляется вероятным, что даже проволока подобной толщины, если бы до грозы протянуть ее от оси флюгера к земле, смогла бы предотвратить повреждение шпиля молнией, хотя сама она была бы уничтожена.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ПИСЬМА

одного джентльмена из Бостона на имя Вениамина Франклина о зигзагообразности распространения и источнике происхождения молнии

Бостон, 21 декабря 1751 г.

Сэр,

Опыты, которые здесь показал г-н К.[1], очень понравились всем посмотревшим их, и я надеюсь, что к моменту его возвращения в Филадельфию его поездка получит высокую оценку. Его

[1] Киннерслей. *(Ред.).*

опыты весьма любопытны, и, мне думается, они самым действенным образом подтверждают Вашу теорию электричества — то, что оно существует в действительности, присоединяется к себе всеми известными нам предметами и рассредоточивается между ними, что оно ничем не отличается от молнии, что по своим проявлениям оно подобно ей и что их известные к настоящему времени свойства одинаковы и т. д.

Недавно обнаруженное замечательное воздействие молнии на железо, сообщающее последнему магнитные свойства, и подобное же действие электрического огня на тонкие иглы служат новым убедительным доказательством того, что молния и электричество представляют собой один и тот же элемент. Однако непостижимым кажется то, что, как утверждает г-н К., для этого необходимо, чтобы направление иглы и электрического огня было с севера на юг или обратно, и что, по мере их отклонения от этого направления, магнитная сила в игле все больше убывает, пока при их направлении под прямым углом к линии север—юг действие полностью не прекратится. Мы провели в Фанейл-холле, где была установлена аппаратура г-на К., ряд опытов по намагничиванию нескольких небольших игл, предварительно проверив путем опускания их с поплавками на воду наличие в них магнитных свойств. Мне думается, что все иглы оказались обладающими в той или иной мере этими свойствами, так как своим концом они поворачивались на север. Тогда нам ничего не оставалось делать, как только переменить их полюса, что соответственно и было осуществлено путем пропускания через них заряда двух больших стеклянных банок. После этого ушко иглы поворачивалось к северу, как раньше это делал конец иглы. По словам г-на К., тот конец иглы, через который поступает огонь, всегда указывает на север.

Электрический огонь, проходя через воздух, следует по ломаному направлению, как и молния *. Попытаюсь объяснить эту

* Это легче всего заметить на больших и сильных искрах, извлекаемых с расстояния в несколько дюймов.

особенность следующим образом. Воздух представляет собой электрик per se, значит, воздух и электрический огонь должны взаимно отталкивать друг друга. Столб или цилиндр воздуха с диаметром основания, равным диаметру электрической искры, находится между той частью предмета, откуда извлекается искра, и тем телом, куда она устремляется. Искра действует на этот столб и сама подвергается воздействию с его стороны сильнее, чем со стороны любой другой части окружающего воздуха.

Столб от подобного воздействия уплотняется и, став более плотным, начинает отталкивать искру сильнее, поскольку отталкивание со стороны воздуха пропорционально его плотности. Воздух, приобретя в результате сжатия бóльшую по сравнению с природной способность к отталкиванию, сворачивает искру с ее прямого направления, потому что менее плотный воздух по соседству должен обладать меньшей способностью к отталкиванию, давая искре более легкий проход.

Искра, сменив направление, должна теперь сильнее воздействовать отталкиванием на столб воздуха в этом направлении и, следовательно, будет сжимать его таким же образом, как и прежний столб, т. е. ей придется опять и неоднократно менять свое направление до тех пор, пока она не достигнет притягивающего ее предмета.

Существует одно возражение против подобного объяснения, заключающееся в том, что воздух, будучи весьма подвижным и упругим, стремится равномерно рассеяться, исключая возможность его предположительного сгущения в подобном столбе вследствие немедленной диффузии в соседние слои и циркуляции для заполнения пространства, из которого он был вытеснен. И, следовательно, этот столб, бóльшей плотностью которого объясняется данное явление, не сможет отталкивать искру сильнее по сравнению с соседним воздухом.

Это могло бы служить возражением, если бы электрический огонь был столь же медлительным и бездеятельным, как и воздух. Последнему требуется значительное время для своего равномерного распространения, о чем можно судить по тому, что часто ветры длительно дуют с одного и того же места, а их скорость даже во время

самых сильных ураганов не превышает, как утверждают, шестидесяти миль в час. Но электрический огонь, видимо, распространяется мгновенно, не требуя ощутимого времени для преодоления огромного расстояния. А уж для того, чтобы пройти от наэлектризованного предмета к ненаэлектризованному, когда расстояние может составлять всего несколько дюймов, потребуется непостижимо малое время. Этого короткого промежутка времени не хватит для проявления упругости воздуха, и, значит, столб, о котором шла речь, должен быть плотнее, чем соседний с ним воздух.

О скорости электрического огня еще будет говориться ниже, что, быть может, основательнее отклонит это возражение. Но давайте возвратимся к опытам. Опыты устранят все возражения или отвергнут гипотезу. Если справедливо вышеизложенное, то путь электрической искры в пустоте должен проходить по прямой. Чтобы проверить это, прикрепим отвесно к плите воздушного насоса проволоку, снабженную в верхней части свинцовым шариком. Пусть другая проволока, также снабженная свинцовыми шариками на концах, проходит через верхнюю часть приемника. Расстояние между свинцовыми шариками внутри приемника, когда он будет установлен в воздушном насосе, должно составлять два—три дюйма. Если откачать воздух из приемника, то искра, переданная от наэлектризованной банки через верхнюю проволоку, должна пройти к нижней проволоке через разреженный воздух, т. е. почти в пустоте. Ее путь в этом случае, мне думается, должен быть прямолинейным или близким к прямой линии. Небольшое количество оставшегося в приемнике воздуха, который нельзя полностью удалить оттуда, может заставить искру несколько уклониться от прямой, но, должно быть, незаметным образом. Можно было бы заставить искру пройти через сильно сжатый воздух, что, вероятно, сделало бы ее путь еще более зигзагообразным. Но у меня не было возможности провести опыты подобного рода, так как, насколько мне известно, ближе чем в Кембридже воздушного насоса не найти. Вам же провести такие опыты никакого труда не составит. Если эти опыты удадутся, то тем самым будет найдено объяснение извилистости пути.

Теперь о Ваших письмах об электричестве... Ваша гипотеза, особенно применительно к объяснению грозовых явлений, весьма любопытна. То, что одни облака, сильно заряженные электрическим огнем, могут передавать этот огонь другим, менее заряженным, или горам и прочим возвышениям, делая его доступным глазу и уху в виде того, что мы называем громом и молнией, кажется вполне вероятным. Но то, что море, как Вы это полагаете, служит главным источником этого огня и способно его накапливать, вызывает, на мой взгляд, сомнение. Хотя море и состоит из соли и воды, т. е. из электрика per se и неэлектрика, и хотя трение электриков о неэлектрики и сопровождается накоплением этого огня, все же это возможно лишь при определенных условиях, которых в воде не существует. Ведь как будто необходимо, чтобы электрики per se и неэлектрики состояли из таких веществ, которые при натирании друг о друга не прилипали бы друг к другу и взаимно не растворялись бы. Так, при вращении стеклянного или серного шара в воде, несмотря на трение между ними, никакого огня накопить нельзя, как этого нельзя же сделать, мне думается, при вращении шара соли в воде, так как вода либо пристает к этим электрикам per se, либо же их растворяет.

Но даже если допустить, что трение между солью и водой накапливает электрический огонь, то этот огонь, будучи чрезвычайно тонким и подвижным, либо немедленно перейдет в нижние слои морской воды, откуда его получили, совершая таким образом быстрое кругообращение, либо же будет сообщен соседним островам или континенту, тем самым мгновенно растворяясь в общей массе земли. Я говорю мгновенно, потому что даже самое большое расстояние, которое мы можем представить себе в пределах нашей планеты, в том числе от одного ее полюса до другого, может быть пройдено электрическим огнем без заметной затраты времени. А поэтому несколько трудно себе представить, как может происходить какое-либо накопление электрического огня на поверхности моря или почему пары, поднимающиеся с поверхности моря, должны иметь бо́льшую долю этого огня по сравнению с прочими парами.

То, что электрический огонь движется столь поразительно быстро, становится очевидным из опыта, который сами Вы (помимо своей воли) провели, когда две или три стеклянные банки разрядились через Ваш организм. Вы не слышали треска, не почувствовали удара и, что еще необычнее, не заметили света. Это дало Вам основание заключить, что электрический огонь быстрее звука, быстрее ощущений живого организма и даже быстрее света. Но свет (как показали астрономы) проходит от солнца до земли примерно за шесть минут, а расстояние это, говорят они, составляет свыше восьмидесяти миллионов миль. Самое большое расстояние на земле, по прямой равное ее диаметру, равно восьми тысячам миль. Если предположить, что скорость электрического огня равна скорости света, то он пройдет расстояние, равное диаметру земли, за $^2/_{60}$ доли секунды. Поэтому кажется непостижимым, что электричество способно накапливаться на поверхности моря, которое, будучи само неэлектриком, должно мгновенно отвести огонь к ближайшему берегу, откуда он поступит в общую массу земли. Но такое накапливание кажется еще непостижимее, когда представишь, что достаточно электрическому огню проникнуть всего на несколько футов вглубь воды, как он уже возвратится на место, откуда он, как это предполагается, первоначально был изъят.

Я был бы рад узнать Ваше мнение об этих замечаниях. Я обратил внимание, что в напечатанных Ваших письмах нет ряда вещей, которые имеются в присланной Вами рукописи. Я понял, со слов Вашего сына, что Вы написали или пишете статью о действии электрического огня на магниты, иглы и т. д. Прошу оказать мне честь, прислав ее копию, а также копии других работ, написанных с тех пор, как мной была получена Ваша рукопись, за которую еще раз выражаю Вам свою признательность.

Остаюсь и пр.

Дж. В.



ПИСЬМО XIV

Вен. Франклина, Филадельфия

Филадельфия, 24 января 1752 г.

(Зачитано на заседании Королевского общества 27 мая 1756 г.)

Сэр,

Мне приятно было узнать из Вашего письма от 21 числа прошлого месяца, что лекции г-на Киннерслея были хорошо приняты бостонской публикой и, очевидно, должны будут принести пользу ему самому. Благодарю Вас за моральную поддержку и помощь, которые Вы столь добросердечно оказали моему земляку.

При сем препровождаю Вам выдержку из письма, в которой изложена суть того, что мне довелось наблюдать относительно намагничения игл электричеством. Записи, которые я вел во время опытов, утеряны. Я очень мало знаком с природой магнетизма. Д-р Гоуэн Найт, изобретатель стальных магнитов, много писал по этому вопросу, но я еще не выбрал времени, чтобы прочесть его статьи с вниманием, необходимым для овладения его теорией.

Ваше объяснение по поводу зигзагообразного направления молнии показалось мне и талантливым и основательным. Если бы мы сумели дать столь же удовлетворительное объяснение явлению электризации облаков, то, мне думается, этот раздел натурфилософии можно было бы считать почти завершенным.

Воздух, бесспорно, мешает движению электрической жидкости. Сухой воздух тем больше препятствует рассасыванию электрической

атмосферы, чем он плотнее, как, например, в холодную погоду. Сомневаюсь в том, способны ли предметы сохранять электрическую атмосферу в пустоте. Обычная электрическая банка требует сообщения ее провода с любой точкой наэлектризованного стекла при помощи неэлектрика, в противном случае, будучи сухой, чистой и наполненной только воздухом, она электризуется медленно и разряжается постепенно посредством искр без удара. Но после удаления воздуха между вставленным проводом и поверхностью стекла устанавливается столь открытое и свободное сообщение, что она очень легко электризуется и способна создавать столь же сильный удар, как если бы она была заполнена водой. И я не сомневаюсь в том, что в опыте, который Вы предлагаете, не только путь искры в пустоте будет почти прямолинейным, но и проскакивать они будут с большего расстояния, чем на открытом воздухе, хотя, быть может, и без сильного взрыва. Как только я сумею улучить немного времени, постараюсь поставить этот опыт, а о результатах сообщу Вам.

Моя догадка о том, что море могло бы быть гигантским источником молнии, исходит из обычно наблюдаемого явления свечения моря ночью при малейшем движении воды. Подобной картины в пресной воде никогда не наблюдается. Кроме того, мне было известно, что электрическую жидкость можно откачать из земли путем натирания стеклянного шара о подушку из неэлектрика и что, вопреки поразительной подвижности и быстроте этой жидкости и сообщению между всеми частями подушки с землей, при помощи неэлектрика все же какое-то количество жидкости можно вырвать вращающейся поверхностью шара, сообщить ее первичному проводнику и рассеять в воздухе. Как это получается и почему этот тонкий и подвижный дух не возвращается мгновенно с шара на ту или иную часть подушки, а затем в землю, трудно себе представить, но будь то потому, что ему противодействует встречный поток к подушке, или по какой-либо другой причине, во всяком случае остается фактом, что электричество не возвращается обратно.

Затем я представлял себе отдельные частицы воды в виде множества твердых шариков, способных соприкасаться с солью только

в отдельных точках, и что, следовательно, частица соли будет смачиваться частицей воды не больше, чем шар подушкой. Далее я допускал возможность такого же трения между этими первоначальными составными частями соли и воды, как бы образующими море из шаров и подушек, предполагая, что любая частица воды на поверхности может притянуть отдельные частицы из общей массы повсеместно разлитой электрической жидкости, состоящеи из более мелких и более подвижных элементов, и, создав вокруг себя из них атмосферу, оттолкнуться от уже наэлектризованной вообще поверхности моря и улетучиться с ними в воздух.

Кроме того, я предполагал также возможность того, что насыщенная смесь электриков per se в океанской воде способна в известной мере воспрепятствовать быстрому перемещению и рассеиванию электрической жидкости в направлении к берегу и т. д. Но, обнаружив с тех пор, что добавка соли к воде в наэлектризованной банке не уменьшает силы ее удара, убедившись, далее, в тщетности своих усилий воспроизвести это свечение взбалтыванием смеси соли с водой и установив, что даже морская вода теряет свою способность светиться, если постоит несколько часов в бутыли, я стал подозревать, что в основе свечения лежат некоторые еще неизвестные нам принципы (я охотно занялся бы опытами с целью выяснения природы этого явления, если бы жил у моря), и в этой связи я еще больше усомнился в достоверности моей прежней догадки, придавая все больше веса Вашему возражению (исходящему из подвижности электрической жидкости и способности воды проводить электричество), изложенному Вами ясно и убедительно.

Кстати сказать, прежде чем расстаться с этой гипотезой, давайте подумаем над тем, чем можно было бы ее заменить. Порой я задумывался над тем, не может ли при сильном ветре трение воздуха, являющегося электриком per se, о деревья и о поверхность земли выкачать, подобно множеству стеклянных шаров, электрическую жидкость, которую поднимающиеся пары получают от воздуха и удерживают в образуемых ими облаках. Мне хотелось бы знать Ваше мнение по этому вопросу. Один мой талантливый друг пола-

гает, что наземные облака должны быть наэлектризованы больше, нежели морские. Посылаю Вам для ознакомления его письмо, которое прошу вернуть мне по миновании надобности.

За последнее время об электричестве я ничего не писал и ничего существенно нового не отметил, потому что был занят другими делами. Вчера я разрядил четыре банки через тонкую проволоку, натянутую между двумя стеклянными пластинками. Проволока местами расплавилась, а местами разлетелась на маленькие кусочки длиной от половины до одной восьмой дюйма. Мой шар стал добывать электрический огонь с большой легкостью и в гораздо большем количестве после того, как я соединил проволокой подушку с железным штифтом рукоятки насоса, находящегося позади моего дома и сообщающегося с водой в колодце посредством трубы.

Этой почтой я посылаю некоторые метеорологические наблюдения и предположения г-ну N., интересующемуся ими, и прошу его передать их Вам, так как они могут показаться Вам забавными. Уверен, что Вы сумеете взглянуть на них своим зорким взглядом. Записывая свои случайные мысли на бумагу, мы легче обнаруживаем изъяны в наших думах и лучше усваиваем их, находя новые доводы для их обоснования. Иногда я практикую это, но такие записи годятся только для друзей.

Остаюсь и т. д.

В. Франклин.



ПИСЬМО XV

Дж. Б., Бостон,
Вен. Франклину, Филадельфия

Бостон, 2 марта 1752 г.

(Зачитано на заседании Королевского общества 3 июня 1756 г.)

Сэр,

Получив Ваше письмо от 24 января сего года с приложенными к нему извлечением из Вашего письма г-ну Коллинсону и письмом от... на Ваше имя, я прочел все это с большим удовольствием, за что премного Вам обязан. Извлечение из Вашего письма подтверждает исправление, сделанное несколько дней тому назад г-ном Киннерслеем, допускавшейся мною ошибки при определении полярности, сообщаемой электрическим огнем иглам; я считал, «что конец, через который поступает огонь, всегда указывает на север и что игла, установленная в направлении с востока на запад, никакого полярного направления не имеет». Но Вы видите, что полярность бывает сильнее всего тогда, когда огонь пропускается через иглу, лежащую в направлении с севера на юг, а слабее всего, когда она указывает с востока на запад. Это делает вероятным, что сообщаемый магнетизм становится меньше с отклонением иглы от направления с севера на юг. Что касается стрелки компаса капитана Уоддела, если ее полярность изменилась под воздействием молнии на противоположную, то влияние молнии и электричества в этом отношении представляется имеющим различный характер, так как для магнит-

ной стрелки, лежащей в направлении с севера на юг (как это было со стрелкой компаса), электрический огонь, вместо того, чтобы обратить или даже уменьшить ее силу, должен сохранять или увеличивать ее. Но не исключено, что молния сообщила некоторым гвоздям футляра (где хранится компас) магнитную способность, которая повлияла на показания компаса.

Судя по тому, что мне довелось слышать, дело обстояло именно таким образом, и, значит, мнимое несоответствие в поведении устраняется. Но об этом примечательном обстоятельстве (если бы оно имело место), мне думается, капитан Уоддел не должен был бы умолчать в своем сообщении.

Премного обрадован тем, что отправленное Вам объяснение причин зигзагообразности пути молнии встречено Вами с одобрением.

Что касается Вашего предположения относительно происхождения молнии, свечения моря ночью и сходства между трением частиц соли и воды в рассматриваемом Вами их исходном раздельном состоянии и трением шара и подушки, то все это вполне естественно должно было направить Ваши мысли к океану как к гигантскому источнику молнии. Но быстрота действия молнии, или электрического элемента, и способность воды проводить ее вкупе с упоминавшимися Вами опытами над солью и водой как будто говорят против этого предположения и готовят почву для некоторых других гипотез. В соответствии с этим Вы предлагаете новую весьма любопытную гипотезу, которая, мне думается, не должна встретить возражений, как прежняя. Но пока еще, я полагаю, проведено недостаточно разнообразных опытов, чтобы можно было обосновать какую бы то ни было теорию, хотя эта гипотеза представляется мне самой обнадеживающей из всех, что мне пришлось слышать.

Действие разряда четырех Ваших банок на тонкую проволоку, привязанную между двумя стеклянными пластинками, напоминает мне весьма схожий случай с молнией, наблюдавшейся мной в Нью-Йорке в октябре 1750 г., спустя несколько дней после моего отъезда из Филадельфии. В обществе нескольких джентльменов мы отправи-

лись обозреть город с колокольни голландской церкви, в которой установлены куранты приблизительно на двадцать—двадцать пять футов ниже колокола. От часов через два этажа проходит проволока к молоточку курантов у колокола. Диаметр отверстий в полу для прохода проволоки составляет около четверти дюйма. Нам рассказали, что весной 1750 г. молния ударила в молоточек и прошла по проволоке к курантам, оплавив на своем пути несколько ее кусков, длиной от трех до девяти дюймов, на глубину до одной трети ее толщины, а на расстоянии нескольких футов от ее нижнего конца совершенно ее расплавила в ряде мест, так что проволока порвалась на несколько кусков. Эти куски проволоки нам показали. Когда молния дошла до конца проволоки, она ударила в дверные петли, разбила дверь в щепки и разбросала их. В местах прохода через пол молния не причинила ни малейшего ущерба. Это свидетельствует о том, что проволока представляет собой хороший проводник молнии (и электричества) при условии ее достаточной толщины и могла бы в этом случае, если бы была протянута до земли, провести молнию без ущерба для здания *.

Ваше сообщение о том, что Ваш шар стал давать больше электрического огня, когда Вы соединили проволокой подушку с землей, позволит мне, как я надеюсь, устранить большое неудобство, испы-

---

* Проволока, о которой шла речь в этом письме, была заменена небольшой бронзовой цепочкой. Летом 1763 г. молния опять ударила в эту колокольню и от молоточка курантов у колокола проследовала по цепочке, как раньше по проволоке, направилась к тем же дверным петлям и снова разбила дверь в щепки. В проходе через те же отверстия в полах молния не причинила никаких повреждений ни полам, ни зданию на всем протяжении цепочки. Но сама цепочка была разрушена, частично разлетевшись на куски по два или три оплавленных и сварившихся друг с другом звена, а частично превратившись в дым и рассеявшись (см. описание такого же действия молнии на проволоку в Ньюбери, стр. 151). При ремонте колокольни был установлен для ее защиты железный пруток от основания оси флюгера до самой земли с наружной стороны здания. В газетах сообщалось, что в 1765 г. молния в третий раз ударила в ту же колокольню и без ущерба для здания прошла через пруток. О подробностях этого третьего удара молнии узнать не удалось.

тываемое мной при накоплении огня, когда мне приходится электризовать стекло, установленное в очень сухой комнате на четвертом этаже. Если Вы будете посылать N. свои метеорологические наблюдения, я надеюсь получить удовольствие от возможности ознакомиться с ними.

Ваш и пр. Дж. Б.



ПИСЬМО XVI

Вен. Франклина, Филадельфия,
г-ну К. К., Нью-Йорк

Филадельфия, 23 апреля 1752 г.

(Зачитано на заседании Королевского общества 11 ноября 1756 г.)

Сэр,

Размышляя над Вашим письмом от 16 марта сего года, я вспомнил, что писал Вам об ответах на некоторые Ваши вопросы относительно различия между электриками per se и неэлектриками и действия воздуха при электрических опытах, которые, я опасаюсь, Вы могли не получить. Дату письма я запамятовал.

Мы привыкли называть электриками per se те тела, которые не проводят электрической жидкости. Одно время мы считали, что только такие тела заключают в себе эту жидкость. Впоследствии мы предполагали, что они не содержат в себе этой жидкости, а только извлекают ее из других тел. Но дальнейшие опыты показали ошибочность этих наших представлений. Электрическая жидкость содержится во всех известных нам видах вещества, и отличие электриков per se от неэлектриков должно быть отброшено за его непригодностью с заменой этих определений понятиями проводники и непроводники, о чем говорилось в моих ответах.

Не могу припомнить ни одного опыта, который свидетельствовал бы о том, что хорошо очищенный спирт не проводит электричества. Быть может, Вам приходилось проводить подобные опыты. Мне известно, что воск, канифоль, сера и даже стекло, обычно считающиеся электриками per se, в жидком состоянии довольно хорошо

проводят электричество. Стекло служит хорошим проводником, когда его нагревают всего до красного каления. Поэтому мое прежнее мнение о том, что лишь металлы и вода являются проводниками, а другие тела способны проводить только в меру содержания ими металлов или влаги, должно считаться имеющим слишком общий характер.

Ваше представление об электрической жидкости как о более тонкой по сравнению с воздухом субстанции, несомненно, справедливо. Она совершенно легко проникает в самое плотное вещество, но как будто не смешивается с воздухом и не растворяется просто в нем, как это имеет место в случае с веществом других видов. Электрическая жидкость не покидает обычное вещество, чтобы соединиться с воздухом. Воздух до некоторой степени препятствует ее движению. Электрическую атмосферу нельзя передать на такое же большое расстояние через воздух, как в пустоте. И кто знает, не существует ли поверх нашей атмосферы, как это думали древние греки, область электрического огня, которому наш воздух и его слишком большое для притяжения удаление мешают соединиться с нашей землей? Не исключено, что там, где атмосфера разреженнее всего, эта жидкость обладает большей плотностью, а чем ближе к земле, где атмосфера уплотняется, эта жидкость становится разреженнее, но все же какая-то ее часть опускается достаточно низко для того, чтобы присоединиться к нашим наиболее высоким облакам, наэлектризовав тем самым их, и оттуда притянуться и опуститься к земле, когда облака низвергают свою влагу вместе с эфирным огнем. Может быть, и северное сияние представляет собой потоки этой жидкости в своей собственной области над нашей атмосферой, которые становятся видимыми при движении. Нет конца различным догадкам. Пока же мы являемся всего только новичками в этой области естествознания.

Вы говорите о нескольких случаях различного поведения соли при электрических опытах. Была ли соль одинаково сухой во время этих опытов? Соль подвержена увлажнению в сыром воздухе, причем одни ее сорта больше, чем другие. Если соль хорошо просушить перед огнем или на плите, то ни один из опробованных мною ее сортов не уступал как проводник такому же количеству стекла.

Новая фланель, если она сухая и теплая, извлекает электрическую жидкость из неэлектриков ничуть не хуже поношенной.

Мне хочется, чтобы у Вас создались условия для проведения опытов, на которые Вы как будто возлагаете такие надежды, с различными сортами спирта, соли, минералов и т. д. Нередко при проведении тех или иных опытов, даже когда не оправдываются наши ожидания, мы узнаем нечто ценное и поучительное, хотя и выходящее за пределы наших предположений.

Благодарю за присылку рисунка, поясняющего теорему о свете. Все это весьма любопытно. Но, должен сознаться, в вопросах *света* я брожу *в темноте*. Меня не удовлетворяет теория, предполагающая, что частицы материи, называемые светом, непрерывно выбрасываются с поверхности солнца со столь непостижимой скоростью! Не должна ли даже самая малая мыслимая частица при движении с подобной скоростью превосходить по силе ядро весом в двадцать четыре фунта при выстреле из пушки? Не должно ли солнце сильно уменьшаться вследствие подобного расхода вещества, а планеты, вместо приближения к нему, как этого кое-кто опасается, отходить от него на все большее расстояние в связи с ослаблением притяжения. И все же эти частицы, летящие со столь поразительной скоростью, не гонят перед собой и не уносят даже самую мелкую и легкую пыль, встречающуюся на их пути. Солнце же, насколько нам известно, сохраняет с древности свои размеры, а его спутники движутся по своим извечным орбитам.

Нельзя ли все световые явления проще объяснить, предположив, что мировое пространство заполнено тончайшей упругой жидкостью, которая не наблюдаема в покое, но колебания которой воздействуют на такой чувствительный орган, как глаз, подобно тому как колебания воздуха воздействуют на менее тонкие органы слуха? Мы же не представляем себе, например, в случае звука, что те или иные звуковые частицы выбрасываются колоколом и летят прямолинейно к уху. Так почему же мы должны предполагать, что светящиеся частицы покидают солнце и летят к глазу? Некоторые бриллианты, если их натереть, светятся в темноте, не теряя при этом какой-либо доли

своего вещества. Я умею извлекать электрическую искру величиной с пламя свечи, но более яркую и, значит, видимую с большего расстояния без расхода какого бы то ни было топлива. И, по моему убеждению, ни одна частица электрической жидкости в этом случае не улетает на далекое расстояние, а все они отправляются непосредственно туда, куда я их отвожу. Не могут ли различные колебания всеобщей среды, о которой шла речь, вызвать ощущение разных цветов? Мне думается, что электрическая жидкость остается всегда одинаковой, и тем не менее слабые искры отличаются от сильных по цвету. Мне приходилось наблюдать искры белого, голубого, пурпурного и красного цвета. Самые сильные были белого цвета, а слабые красного. Так различные степени колебаний, сообщаемые воздуху, производят семь различных звуков в музыке, подобно семи цветам, а среда, т. е. воздух, остается одной и той же.

Если солнце не расходуется за счет света, мне легко представить себе, что оно должно в остальном постоянно сохранять одно и то же количество вещества, даже если мы и предположим, что оно состоит из непрерывно пылающей серы. Действие огня только отделяет частицы вещества, а не уничтожает их. Вода, поднимающаяся под действием тепла в виде пара, возвращается на землю в виде дождя. И если бы мы сумели собрать все частицы сгоревшего вещества, улетевшие с дымом, они вместе с золой, наверное, должны весить столько же, сколько весило тело до сгорания. А если бы мы сумели вернуть их в первоначальное состояние по отношению друг к другу, то масса осталась бы прежней и могла бы быть сожжена вновь. Химики анализировали серу и установили, что она состоит из нефти, соли и земли, взятых в определенной пропорции; найдя из анализа эту пропорцию, они могут сделать серу из этих составных частей. Так что нам остается только предположить, что части солнечной серы, отделенные от солнца огнем, поднимаются в атмосферу солнца и там, освободившись от непосредственного воздействия огня, собираются в облачные массы и, становясь постепенно слишком тяжелыми, чтобы оставаться в этом состоянии, опускаются на солнце и вновь сгорают. Отсюда — пятна, появляющиеся на поверхности

солнца, размеры которых по наблюдениям уменьшаются ежедневно, а края выглядят особенно яркими.

Хорошо, что мы не подвергаемся подобно несчастному Галилею преследованиям инквизиции за философскую ересь. Иначе те нападки на ортодоксальную теорию, которые содержатся в моих частных письмах, были бы опасны, а Ваши выступления в печати расценивались бы как большое преступление. При существующем же положении Вам следует ожидать некоторого осуждения, но один еретик, несомненно, простит другого.

От всей души рад был узнать о новых случаях успешного излечения лаковником [31] рака — этого ужасного бедствия для человеческого организма. Вы заслуживаете высокой благодарности всего человечества за это сообщение. Но по моим наблюдениям бостонцы путают нужное растение с другими травами: одни говорят, что это должен быть Mechoachan, другие же называют иные растения. В одной из последних бостонских газет напечатано обращение с просьбой сообщить полное описание растения, где оно растет и прочие сведения о нем. Если бы я не потерял эту газету, то послал бы ее Вам. Мне думается, что Вы дали довольно подробное описание этого растения.

Остаюсь, сэр, и пр. В. Ф.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ПИСЬМА

Дж. Б., Бостон, г-ну В. Ф.
относительно свечения в морской воде

12 ноября 1753 г.

(Зачитано на заседании Королевского общества 16 декабря 1756 г.)

Находясь в Истуорде, я получил возможность наблюдать за свечением моря при движении воды. В носовой и кормовой части движущегося судна оно казалось очень ярким. Лучше всего мне было наблюдать это с лодки, в которой я вместе с несколькими пассажирами перебирался за три мили на наш корабль, стоявший на якоре

в устье реки Пискатакуа. Вскоре после нашего отплытия (это было вечером) мы заметили свечение в местах удара весел по воде. Порой свечение было очень ярким, но по мере продвижения лодки вперед оно постепенно ослабевало, становясь почти совершенно незаметным, а затем разгоралось вновь. Мы замечали это несколько раз во время нашего пути на лодке. Поднявшись на борт корабля, я попросил набрать полное ведро морской воды, при перемешивании которой наблюдалось свечение. Взяв кусок полотна, я процедил через него немного воды и обнаружил на нем свечение, которое вскоре пропало. Однако натирая полотно пальцем, я вновь увидел это явление. Затем я вынес это полотно на свет, но не увидел на нем ничего такого, что могло бы вызвать свечение.

Ряд моих спутников придерживался того мнения, что отдельные гниющие частицы живых и прочих тел, плавающие на поверхности моря, могут вызвать подобное явление, так как свечение наблюдается при разложении рыбы и т. д. А погибшие морские животные и разлагающиеся живые существа способны образовать достаточное количество подобных частиц, чтобы они покрыли значительную долю поверхности моря. Неодинаковым рассредоточением этих частиц в морской воде можно было бы объяснить различную степень свечения моря. Но против этого объяснения можно выдвинуть следующее очевидное возражение. Поскольку разлагающаяся рыба создает свечение без движения или волнения воды, следовало бы ожидать, что гниющие частицы на поверхности моря должны всегда светиться при слабом свете и, значит, вся поверхность моря, покрытая такими частицами, должна всегда темными ночами казаться светящейся без волнения воды. Но на самом деле это не так.

В числе других пассажиров я высказывал предположение о том, что свечение, наверное, вызывается наличием на поверхности моря множества маленьких живых существ, которые, будучи потревожены, распускают свои плавники или же начинают перемещаться иным путем, выставляя светящиеся части своего тела, как это бывает со светлячками. Этих живых существ может быть больше в одном месте и меньше в другом, благодаря чему свечение на различных участках

моря может быть слабее или сильнее. Кроме того, при известных условиях они могут стремиться всплыть на поверхность моря, чтобы порезвиться здесь, скажем, в тихую погоду, или выносятся во время бури наверх и начинают светиться.

Не трудно представить, что море способно кишеть множеством мельчайших живых существ, могущих светиться. Ведь в природе повсюду жизнь. Но трудно представить, как столь малые существа, даже если они светились бы сплошь, могут воздействовать на наше зрение. Тем более, что, как мы предполагаем, должна светиться только часть их организма. Но если мы обратимся к некоторым другим явлениям, то столкнемся с такими же трудностями, хотя нам известно, что дело обстоит именно так. Например, пламя свечи видно с расстояния до четырех миль. Свет, заполняющий этот круг диаметром восемь миль, первоначально заключался около самой свечи в круге диаметром полдюйма. Если плотность света в этих обстоятельствах пропорциональна площадям этих кругов, т. е. квадратам их диаметров, то свет свечи, когда он дойдет до глаза, будет в 1 027 709 337 600 крат реже, чем в момент, когда он покидал круг диаметром полдюйма. Зрачок глаза, через который проходит свет, составляет около десятой доли дюйма в диаметре, а часть меньшего круга, соответствующая малой доле большого круга, должна быть пропорциональна, т. е. в 1 027 709 337 600 раз меньше одной десятой доли дюйма. И все же эта бесконечно малая точка (если позволительно сказать так) дает достаточно света, чтобы увидеть ее на расстоянии четырех миль или, точнее, дает свет в количестве, достаточном для воздействия на зрение с этого расстояния.

Следовательно, малые размеры живых существ не могут служить возражением против этого предположения, поскольку, даже допустив, что они в десять тысяч раз меньше того, что еще можно увидеть глазом, они все же смогут излучить достаточно света для воздействия на глаз и, таким образом, создать свечение, о котором шла речь. Я сообщаю Вам это предположение за отсутствием лучшего.



ПИСЬМО XVII

Вен. Франклина, Филадельфия,
д-ру Л., Чарльз-Таун, Южная Каролина

Филадельфия, 18 марта 1755 г.

Сэр,

При сем прилагаю статью, в которой излагаются некоторые новые опыты, проведенные мною в развитие тех опытов г-на Кантона, которые опубликованы с моими последними письмами. Надеюсь, что эти опыты с моими пояснениями к ним доставят Вам некоторое развлечение *.

Отвечаю на ряд Ваших запросов. Мы пользуемся трубками и шарами преимущественно местного изготовления. Стекло имеет зеленоватый оттенок, но отличается прозрачностью и твердостью. Мне думается, что для электрических опытов оно годится лучше менее твердого лондонского стекла. Конечно, стекло стеклу рознь. Шар, который я здесь изготовил несколько лет тому назад из белого стекла, ни разу не удалось никаким способом наэлектризовать. Двое моих друзей вместе со мной безуспешно пытались это сделать. Наконец, водрузив этот шар на электрическую скамью и соединив его цепочкой с первичным проводником, я установил, что шар обладает свойствами неэлектрика, так как я извлекал из него искры в любой части, несмотря на то, что он был чистым и сухим.

О Домьене мне известно то, что он, по его же словам, — уроженец Трансильвании, татарского происхождения, но священник право-

* Об этой статье см. стр. 144.

славной церкви. Он свободно и правильно говорит и пишет по-латыни. Покинув свою страну с намерением совершить сухопутное путешествие, он прошел через Германию, Францию, Голландию и попал в Англию. Некоторое время жил в Оксфорде. Из Англии прибыл в Мериленд, оттуда в Новую Англию, возвратился по суше в Филадельфию, откуда прошел через Мериленд, Виргинию и Северную Каролину к Вам. Он считал, что ему могут пригодиться во время путешествия некоторые знания по электричеству. Я обучил его пользоваться трубкой, как заряжать лейденскую банку и ознакомил с некоторыми другими опытами. Он писал мне из Чарльз-Тауна, что на протяжении восьмисот миль пути он жил за счет своих познаний в области электричества — оно его кормило, поило и одевало. Мне кажется, что его последнее письмо пришло ко мне из Ямайки. В письме он просил меня прислать в Гаванну, куда он отправился, те трубки, о которых Вы пишете. Оттуда он собирался проехать в Вера-Круц, затем по суше через Мексику в Акапулько, там сесть на корабль, идущий в Маниллу, и таким образом возвратиться через Китай, Индию, Персию и Турцию к себе на родину, предполагая добывать средства к пропитанию главным образом за счет электричества. Странный план! Но это, как Вы заметили, своеобразный человек. Очень сожалею, что трубки не успели своевременно прибыть в Гаванну. Если они там еще уцелели, будьте добры послать за ними и оставить их себе. Что с ним сталось потом, я ни разу не слышал. Он обещал мне писать при всякой возможности во время своего путешествия и по возвращении домой. С тех пор прошло семь лет. Если он все еще находится в Новой Испании, как Вы это предполагаете на основании слухов, то мне думается, что он находится там в заключении и ему запрещено писать. Но, вероятнее всего, его уже нет в живых.

На Ваши вопросы относительно пор в стекле я не сумею Вам дать иного ответа, кроме того, что мне ничего достоверного о их природе не известно, а догадки, как бы они ни были гениальны, часто бывают ложными. Моя гипотеза, по которой поры в среднем слое стекла меньше, и настолько меньше, что не пропускают

электричества, могущего проникать через поверхность стекла только до его середины, оказалась, конечно, ошибочной. Ведь вскоре после того, как я написал Вам это письмо, я поставил в целях подтверждения этой гипотезы один опыт (что мне следовало бы сделать прежде, чем писать Вам о своей гипотезе). Я сточил стенку одной моей банки на пять шестых ее толщины, ожидая, что с удалением предположительно более плотной части стекла электрическая жидкость уже станет проходить через остальное стекло, считавшееся мною более открытым. Однако мне пришлось убедиться в ошибочности своих мыслей. Банка после стачивания электризовалась не хуже, чем раньше. И сейчас я все так же теряюсь в догадках, как и где размещается электрическая жидкость с положительной стороны стекла.

Что же касается разницы между проводниками, то дело не только в том, что одни из них проводят электричество в малом количестве и слишком медленно, чтобы произвести удар, но и в том, что даже среди проводников, способных передавать удар, одни это делают лучше, чем другие. Г-н Киннерслей показал на одном очень хорошем опыте, что если заряду банки предоставить возможность выбора между двумя путями — прямолинейным через жолоб с водой, длиной десять футов и сечением шесть квадратных дюймов, и окружным через проволоку, длиной в 20 футов, — то он потечет через проволоку, а не через воду (хотя путь через воду был бы гораздо короче), потому что проволока проводит электричество лучше, чем вода. Если проволоку убрать, то электричество проходит через воду, что можно почувствовать, опустив руку в воду. Стоит только пустить в ход проволоку, как рука перестает ощущать электричество в воде. Так, если небольшая банка с водой дает ощутимый удар, то при наполнении ее таким же количеством ртути удар усилится, так как ртуть лучше проводит электричество, тогда как банка, налитая одной нефтью, вообще едва ли способна произвести какой бы то ни было удар.

На Ваш вопрос о том, как я впервые набрел на мысль о проведении опыта по извлечению молнии, чтобы получить подтверждение идентичности молнии с электричеством, я не мог бы ответить лучше,

чем отправив Вам выдержки из моих рабочих записей во время опытов вкупе с замечаниями об опытах, которые я предполагаю провести, перечнем причин, побудивших меня к этому, и наблюдениями, которые я вынес из опытов. На основе таких записей впоследствии составлялись мои письма. Из этой выдержки Вы увидите, что мысль была не столь «случайной» и что она могла возникнуть у всякого, кто занимается электричеством.

«7 ноября 1749 г. Электрическая жидкость имеет с молнией следующее сходство: 1. Дает свет. 2. Тот же цвет света. 3. Ломаное направление. 4. Быстрота движения. 5. Проводится металлами. 6. Создает треск или шум при взрыве. 7. Встречается в воде или во льду. 8. Разрывает предметы, через которые проходит. 9. Убивает животных. 10. Плавит металлы. 11. Зажигает легко воспламеняющиеся вещества. 12. Серный запах... Электрическая жидкость притягивается остриями... Нам не известно, обладает ли этим свойством молния. Но поскольку между электрической жидкостью и молнией существует сходство во всех частностях, в отношении которых мы уже вправе их сравнивать, не исключено, что они сходны и в этой части. Требуется провести опыт».

Я хотел бы, чтобы моя статья об облаках хотя бы в некоторой мере удовлетворила Вас. Я все еще теряюсь в догадках, как же они заряжаются электричеством. Ни одна из сформулированных мною до сих пор гипотез не устраивает меня полностью. Некоторое время тому назад я сильно накалил бронзовую плитку площадью в два квадратных фута и положил ее на электрическую скамью. За край плиты выступала горизонтально на четыре—пять футов проволока, к концу которой на льняных нитях была подвешена пара пробковых шариков. Я неоднократно обрызгивал плиту водой, поднимавшейся в виде пара, с надеждой на то, что пар либо захватит с собой электричество с плиты, либо же оставит на плите то электричество, которое содержалось в воде (мне думалось, что одно из двух должно было произойти, если пар наподобие облаков способен электризоваться положительно или отрицательно). Я предполагал обнаружить это по расхождению шариков с последующим определением, как они за-

рядились — положительно или отрицательно. Но каких-либо перемен я так и не заметил. Не сумел я также обнаружить того, что пар был наэлектризован, хотя у меня все еще есть подозрения, что пар был исследован не всесторонне.

Мне кажется, что этот опыт следовало бы повторить еще. Если бы мне удалось установить причину положительной или отрицательной электризации облаков в исходном состоянии, мне не составило бы труда ответить относительно противоположной электризации, так как одно состояние электризации легко связывается с другим. Облако с сильным положительным зарядом может вытеснить из соседнего облака много присущей тому от природы электрической жидкости и оставить последнее, пройдя около него, в отрицательном состоянии. Таким же путем облако с сильным отрицательным зарядом способно заставить соседнее облако притянуть к себе из других облаков дополнительное количество электричества и оставить его по своем удалении с положительным зарядом. Как эти явления могут протекать, Вы без труда представите себе при обдумывании опытов, изложенных в прилагаемой статье. А из них же вытекает возможность того, что любой переход из положительного состояния в отрицательное или из отрицательного в положительное, о чем во время грозы мы судим по поведению пробковых шариков, присоединенных к прибору, вызван не присутствием облаков в том же самом состоянии, а часто отсутствием положительно или отрицательно заряженных облаков, которые удалившись оставили пруток в противоположном состоянии...

Мне удалось повалить с ног шесть человек при помощи двух моих не вполне заряженных больших банок. Я приложил один конец моего разряжающего стержня к голове первого, тот положил свою руку на голову второго, второй на голову третьего и т. д. до шестого, которому я дал в руки цепочку, присоединенную к внешним обкладкам банок. Затем я присоединил другой конец моего стержня к первичному проводнику. Все шестеро тут же упали. Поднявшись, они сказали, что никакого удара они не почувствовали, и все удивлялись тому, как это они повалились. Ни один из них не слыхал треска и

не заметил света. Если вы сочтете этот опыт опасным, то я скажу, что мне однажды пришлось случайно испытать самому такой же удар через голову, поваливший меня наземь, но не причинивший мне никакого ущерба. Мне довелось также быть свидетелем того, как молодая женщина, через ноги которой предполагалось пропустить электричество (в лечебных целях), неосмотрительно получила большой заряд в голову, когда она, неосторожно наклонившись вперед, чтобы посмотреть, куда ей ставить ноги, слишком приблизилась лбом (она была очень высокого роста) к первичному проводнику и тут же упала, но сразу же поднялась, ни на что не жалуясь. При подобном ударе человек падает скорчившись или согнувшись, как будто его суставы мгновенно утратили силу и твердость. Он падает поэтому тотчас же там, где стоял, ни разу до того не покачнувшись и никогда не растягиваясь во всю длину. Слишком большой заряд мог бы на самом деле убить человека, но мне еще не приходилось видеть, чтобы кто-то пострадал от электрического удара. Как Вы изволите заметить, подобная смерть, бесспорно, должна быть самой легкой.

Опыт, далеко не полные и не точные слухи о котором дошли до Вас, заключался в нижеследующем... Поставив серебряную коробку, объемом в одну пинту, на электрическую скамью, я наэлектризовал ее и затем опустил в нее на шелковой нити шарик из пробки, диаметром приблизительно в один дюйм, до самого дна коробки. Внутренняя поверхность коробки не стала притягивать пробковый шарик, как это происходит в случае наружной ее поверхности, и хотя шарик дотронулся до дна коробки, все же когда его вытянули из коробки, то оказалось, что при этом касании он не наэлектризовался, как это бывает при соприкасании с наружной поверхностью коробки. Факт этот представляется мне совершенно необычайным. Вы спрашиваете о причинах — мне они неизвестны. Если Вам удастся найти объяснение, то не откажите в подобном случае уведомить меня об этом *.

---

* Г-н Ф. впоследствии считал возможным, что взаимное отталкивание противоположных сторон внутренней поверхности наэлектризованной коробки

Мне думается, что откровенное признание собственного невежества является не только наипростейшим способом выйти из затруднения, но и наиболее вероятным путем получения нужных сведений, и поэтому я практикую это. На мой взгляд, это — честная политика. Тот же, кто любит репутацию всезнайки и берется объяснить любую вещь, сам подолгу остается невеждой во многих таких вещах, которым его могли бы научить другие, будь он менее самонадеянным.

Отношение к себе, с которым столкнулся Ваш приятель, настолько обычно, что никто из людей, знающих мир сегодняшний и мир вчерашний, не стал бы надеяться на то, что ему удастся избежать подобной участи. Всюду встречаются люди, которые, будучи сами лишены всякого изобретательского таланта, не могут представить себе, что этой способностью могут быть наделены другие. Они считают изобретения чудесами. В прошлом они бывали, но в наши дни чудес больше нет. Подобные люди видят в том, кто предлагает новое изобретение, только обманщика, думая, что оно им получено из чужой страны или заимствовано из книг. Человек их круга, ничуть не умнее их самих, по их мнению, неспособен изобретать. Их укрепляют в этих взглядах еще и частые случаи притязаний на изобретения, ежедневно порождаемые тщеславием. Хотя это тщеславие и толкает к изобретениям, оно в то же время является бичом изобретателей. Ревность и зависть отрицают Ваши заслуги и не признают новизны за Вашим изобретением, а тщеславие, когда новизна и заслуги установлены, приписывает их себе. Чем менее значительно Ваше изобретение, тем большее унижение ждет Вас, когда его принадлежность будет оспариваться соперником, в союзе с которым против Вас станут выступать ревность и зависть со стороны других по меньшей мере до тех пор, пока Ваша заслуга в изобретении не подвергнется сомнению. Все дело само по себе будет считаться маловажным, чтобы о нем стоило спорить, а Ваши доказательства и доводы никто не

предотвращает накопление на них электрической атмосферы, вытесняя ее преимущественно наружу. Но он советовал исследовать этот вопрос дополнительно.

сочтет заслуживающими внимания. И все же, если Вы не вступите в спор и не докажете свою правоту, то Вы рискуете не только подорвать веру в свою изобретательность в данном случае, нет, Вам грозит репутация непорядочного человека, занимающегося не просто литературным воровством, а воровством по пустякам. Если изобретение было бы крупнее, то это уронило бы Вас в глазах других меньше, так как люди меньше презирают того, кто занимается разбоем на большой дороге, чем того, кто лазит за мелочью в чужие карманы.

Таким образом, благодаря зависти, ревности и тщеславию соперников в погоне за славой, происхождение многих наиболее замечательных открытий даже хотя бы за последние несколько веков облечено сомнениями и неопределенностью. Мы едва ли знаем, кому мы обязаны изобретением компаса и очков, и даже бумага и книгопечатание, которые регистрируют все прочие дела, не смогли сохранить с достоверностью добрые имена их изобретателей. Поэтому из числа всех талантов и умственных наклонностей никто не решится пожелать своему другу или сыну таланта и способности изобретателя. Ведь его стремление послужить на пользу человечества на пути изобретений, сколь бы благим оно ни было, совершенно незаслуженно сделает этого человека в случае провала предметом всеобщих презрительных насмешек, а в случае успеха — предметом зависти, обкрадывания и оскорблений.

Остаюсь и пр.

В. Ф.



ПИСЬМО XVIII

Вен. Франклина, Филадельфия,
д-ру Л., Чарльз-Таун, Южная Каролина

Нью-Йорк, 14 апреля 1757 г.

Сэр,

Прошло много времени с тех пор, как я имел удовольствие получить от Вас последнее письмо. Да и на самом деле бедствия нашей страны и неотложные дела, которыми мне пришлось заняться по этому поводу, сделали меня столь плохим корреспондентом, что я не в праве ожидать точности и от других.

Но накануне отъезда в Англию я не мог покинуть континент без того, чтобы не засвидетельствовать Вам своего почтения и вместе с тем не упустить случай представить Вам ученого и заслуженного джентльмена полковника Анри Букэ, который делает мне одолжение, согласившись передать Вам настоящее письмо, и который, я уверен, Вам должен очень понравиться.

Глазговский профессор Симпсон недавно сообщил мне о некоторых любопытных опытах, поставленных его знакомым врачом, из которых вытекает, что испарением можно достигнуть крайне большого охлаждения, доходящего даже до замораживания. У меня хватило досуга только для того, чтобы повторить и подробнее изучить лишь первый и самый простой из них. Опыт этот заключается в следующем. Смочите шарик термометра при помощи пера винным спиртом, находившимся в той же комнате и имеющим, разумеется, ту же самую степень тепла или холода. Ртуть быстро опустится на три—четыре градуса, причем это происходит еще быстрее, если шарик обдувать

из кузнечных мехов. При повторном смачивании и обдувании ртуть опустится еще ниже. Я думаю, что мне не удавалось понизить ее больше, чем на пять—шесть градусов от ее первоначального уровня, который был равен шестидесяти. Однако утверждают, что если сосуд с водой погрузить в другой сосуд несколько большего объема со спиртом и поставить их перед приемником воздушного насоса, то после откачки воздуха спирт станет испаряться, оставляя после себя столько холода, что вода замерзает, хотя термометр снаружи может показывать много градусов выше точки замерзания воды.

Мне не известно, как можно объяснить это явление, но оно дает мне повод рассказать о некоторых нестройных еще мыслях относительно тепла и холода, которые я вынашиваю некоторое время, но которые еще окончательно не оформились. Допуская, что обыкновенный огонь, как и электрический, представляет собой жидкость, способную проникать в другие тела и стремящуюся к равновесию, следует предположить, что одни тела по своей природе проводят эту жидкость лучше, чем другие, и что те тела, которые обычно проводят электрическую жидкость лучше всех других, являются также самыми лучшими проводниками обыкновенного огня и наоборот.

Итак, тело, являющееся хорошим проводником огня, охотно воспринимает его своим веществом и проводит его ко всем своим частям, как это делают металлы и вода. А если привести в соприкосновение два тела, оба являющиеся хорошими проводниками, но одно подогретое, а другое в обычном состоянии, то тело с бо́льшим количеством огня легко передаст его телу с меньшим количеством огня, а последнее легко воспримет его, пока не установится равновесие. Таким образом, если Вы возьмете в одну руку доллар, а в другую кусок дерева тех же размеров и поднесете их одновременно к пламени свечи, то Вам придется выпустить доллар раньше, чем кусок дерева, так как первый передает тепло свечи Вашему телу быстрее, чем дерево. Если серебряный чайник снабжен ручкой из того же металла, то она будет передавать тепло воды руке и станет слишком горячей, чтобы ею можно было пользоваться. Поэтому металлический чайник

мы снабжаем деревянной ручкой, которая по сравнению с металлической хуже проводит тепло. Но чайник из фарфора или глины, которые до некоторой степени сходны со стеклом, представляющим собой неважный проводник тепла, может иметь ручку из того же самого материала. Точно так же сырой и влажный воздух скорее дает человеку почувствовать холод и простудит его, нежели более холодный, но сухой воздух, потому что сырой воздух лучше воспринимает и проводит тепло человеческого тела. Эта жидкость, проникая в большом количестве в тела, на первых порах расширяет их путем небольшого раздвижения их частей, затем, в результате дальнейшего разъединения частей, она превращает твердое тело в жидкость и в конечном итоге распыляет его частицы в воздухе. Изымите эту жидкость из расплавленного свинца или из воды, и частицы их опять воссоединятся — первые, превратившись в твердое тело, а последние — в лед. И это быстрее осуществляется при помощи хороших проводников.

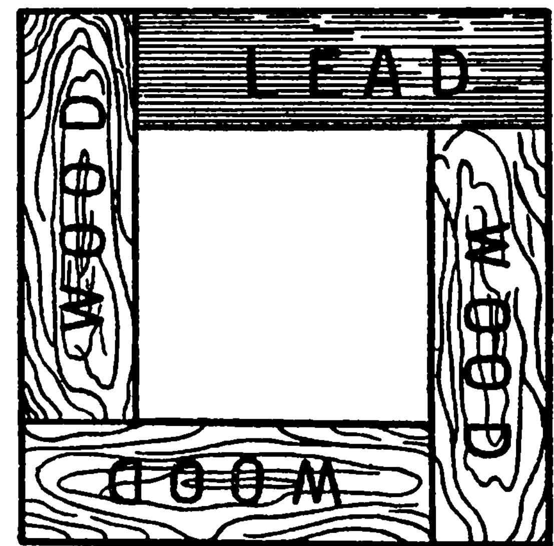


Рис. 12.

Так, если взять, как это сделал я, квадратный свинцовый брусок, длиной четыре дюйма и толщиной в один дюйм, и еще три таких же по размерам деревянных бруска, а затем уложить их на гладкой доске, как это показано на рисунке, надежно скрепить между собой и залить образованное этими брусками пространство доверху расплавленным свинцом, то окажется, что расплавленный свинец станет остывать и затвердевать раньше у свинцового бруска и только потом уже по близости от деревянных брусков, хотя перед тем, как выливать свинец, все бруски, как это следует предполагать, в одинаковой степени обладали теплом или холодом, так как все они находились под воздействием одного и того же комнатного воздуха. Кроме того, можно заметить, что свинцовый брусок, охладивший расплавленный свинец в большей степени, чем деревянные, сам нагрелся расплавленным свинцом больше их.

Существует определенное количество этой жидкости, называемой огнем, в каждом живом человеческом организме, которая, находясь в должной пропорции, поддерживает частицы плоти и крови на таком определенном расстоянии друг от друга, что плоть и нервы сохраняют свою эластичность, а кровь способна циркулировать. Если часть этой должной пропорции огня отвести путем соприкосновения с другими такими телами, как воздух, вода или металлы, то те части нашей кожи и плоти, которые приходят в такое соприкосновение, стягиваются больше, чем это положено, и дают ощущение, называемое нами холодом. А если отвести слишком много огня из тела, то оно утрачивает свою эластичность, кровь перестает циркулировать и наступает смерть. С другой стороны, если плоти сообщить слишком много этой жидкости, то ее части будут разделены слишком далеко и наступит боль, как будто тело разрезается иголкой или ланцетом. Ощущение, которое вызывается разобщением частей плоти огнем, мы называем теплом или ожогом. Стол, на котором я сейчас пишу, и его замок находятся под воздействием одной и той же температуры воздуха и, значит, в одинаковой степени обладают теплом или холодом. Но если я стану класть свою руку поочередно на дерево и на металл замка, то последний покажется мне гораздо более холодным, и не потому, что это в действительности так, а потому, что металл лучше дерева проводит огонь, забирая его из моей кожи. И соответственно, если я прикрою рукой частично металл и частично дерево и, продержав ее некоторое время в этом положении, притронусь к обеим частям руки другой рукой, то окажется, что та часть руки, которая была в соприкосновении с замком, будет заметно холоднее части, лежавшей на дереве.

Вопрос о том, каким образом живой организм приобретает необходимое ему количество этой жидкости, называемой огнем, представляет значительный интерес. Мне уже удалось показать, что одни тела (металлические) обладают способностью притягивать тепло сильнее других, и временами я подозреваю, что живым существам также присуща способность притягивать из воздуха или из других предметов необходимое ему тепло. Так, при ударах молотом или

при повторном перегибании металл нагревается в местах ударов или на сгибе. Но когда я подумаю о том, что воздух, соприкасающийся с организмом, охлаждает его, что он скорее нагревается сам при соприкосновении с ним и что каждый вдох холодного воздуха уносит при выдохе часть тепла организма, то прихожу к выводу, что в организме должен существовать источник, вырабатывающий тепло, так как в противном случае живое существо быстро застыло бы. Я скорее склонен думать, что жидкий огонь, как и жидкий воздух, притягивается растениями в период их роста и, соединяясь с другими элементами, из которых те состоят, образует значительную часть их вещества; что когда растения перевариваются или подвергаются своего рода брожению в сосудах, часть огня, как и часть воздуха, вновь переходит в свое активное жидкое состояние и распространяется по переваривающему и разделяющему его организму; что такой огонь, получаемый путем переваривания и разделения, непрерывно покидает организм, а на его место поступает новое количество огня, получаемого в результате непрерывного разделения; что все то, что убыстряет движение жидкостей в животном (например, работа), ускоряет разделение и воспроизводит больше огня; что весь огонь, выделяемый деревом и другим топливом при горении, существовал в них в твердом состоянии до горения и проявляется только при разделении; что некоторые ископаемые, вроде серы, угля и т. п., содержат большое количество твердого огня; что некоторые тела состоят почти полностью из твердого огня; что, короче говоря, все улетучивающееся и рассеивающееся при горении тел, не считая воды и земли, в общем представляет собой воздух и огонь, которые до того входили составной частью в твердые тела. Таким образом, мне думается, что животное тепло вырабатывается или получается в результате своеобразного брожения соков в организме, подобно тому как тепло возникает при подготовке спиртных напитков к перегонке, когда происходит отделение спиртных частиц от водных и земельных. А не знаменательно ли то, что спиртные напитки в бродильных чанах на своей самой сильной и наилучшей стадии брожения, как мне об этом рассказывали, обладают почти

одинаковой с человеческим телом степенью нагретости, равной 94 или 96 (градусов).

Подобно тому как, постоянно подбрасывая топливо в печь, Вы содержите помещение в тепле, точно так же, постоянно поставляя желудку пищу, Вы сохраняете тело в тепле. Только тогда, когда человек делает мало движений, тепло, наверное, слишком быстро отводится, и в этом случае последствия непосредственного соприкосновения тела с воздухом предотвращаются одеждой и одеялами, которые должны делаться из таких материалов, которые, будучи сами плохими проводниками тепла, препятствуют его переходу через них в воздух. Отсюда говорят о теплоте шерсти и о том, что шерсть греет лучше холста, хотя все дело в том, что шерсть плохо проводит тепло. Отсюда же все естественные покровы животных, служащие для их согревания путем сохранения естественного тепла в организме, должны быть плохими проводниками, как это и наблюдается в случае шерсти, волос, перьев и шелка, которым шелкопряд впервые укутывается в своем нежном зародышевом состоянии. Одежда, если ее рассматривать с этой точки зрения, согревает человека не путем передачи ему тепла, а предотвращая слишком быстрое рассеяние тепла, вырабатываемого организмом, и тем самым способствуя его накоплению.

Есть еще один любопытный вопрос, который я рискну сейчас затронуть. Этот вопрос заключается в следующем. Почему же возникает внезапное необычайное охлаждение при смешении некоторых химических составов или даже соли со снегом, когда смесь становится холоднее любой из составных частей смеси? Мне ни разу не доводилось наблюдать, как смешиваются химические составы, но я сам часто мешал соль со снегом и вполне убежден в том, что смесь бывает холоднее наощупь и понижает ртуть в термометре больше, нежели каждая составная часть порознь. Наряду с другими я полагаю, что холод есть не что иное, как отсутствие тепла или огня. Теперь, если количество огня, ранее содержавшееся или рассредоточенное в снеге и соли, вытесняется при соединении этих двух веществ, то он должен уйти через воздух или через сосуд, в котором нахо-

дится эта смесь. Если огонь уходит через воздух, то он должен нагреть его, и термометр, установленный над смесью без соприкосновения с ней, должен будет показать это путем повышения уровня ртути, как это всегда бывает в теплом воздухе.

Сам я не проверял этого, но думаю, что тепло должно, пожалуй, уходить через сосуд, тем более если тот сделан из металла, который лучше воздуха проводит тепло, и, значит, сосуд в результате подобного смешивания должен был бы нагреться. Но, наоборот, сосуд становится холоднее, и даже вода, в которую ставят сосуд при опыте, иногда образует на нем корку льда. Теперь я не вижу иного объяснения, кроме того, что смесь должна проводить огонь лучше ее составных частей порознь и подобно щеколде, обладающей по сравнению с деревом большей способностью к притяжению огня, она притягивает его мгновенно и из пальцев, и из погруженного в нее термометра, и из сосуда, в котором она находится, и из воды у наружных стенок этого сосуда, так что пальцы получают ощущение сильного холода, будучи лишены большей части своего природного огня; термометр опускается в связи с тем, что часть тепла уходит из ртути; сосуд становится наощупь холоднее, потому что с переходом присущего ему огня в смесь он приобретает способность забирать из руки больше огня; а вода теряет через стенки сосуда свой огонь, который поддерживал ее в жидком состоянии, так что она превращается в лед. Следовало бы полагать, что за счет всего этого огня, приобретенного путем притягивания, смесь должна была бы стать теплее; и на самом деле снег и соль тают одновременно, превращаясь в незамерзающую воду.

Остаюсь, сэр, и пр.

В. Ф.



ПИСЬМО XIX

доктору медицины и члену Королевского общества Джону Прингл

Крейвн-стрит, 21 декабря 1757 г.

Сэр,

Согласно Вашему запросу направляю Вам следующее описание того, что мне удалось припомнить относительно действия электричества в случаях паралича.

Несколько лет тому назад, когда в газетах писалось об успехах, достигнутых в Италии и Германии по излечению электричеством болезней, из разных районов Пенсильвании и соседних с ней провинций ко мне для электризации привезли несколько паралитиков. По просьбе больных я подвергнул их электризации. Мой метод лечения заключался в том, что сначала я сажал больного на электрическую скамью и извлекал несколько сильных искр со всех участков пораженных конечностей или частей тела. Затем я заряжал две шестигаллонные банки с обкладками площадью около трех квадратных футов каждая, и разряжал их одновременно через пораженную конечность, повторяя такой удар три раза в сутки. Первое, что мне довелось установить, состояло в том, что больные сразу начинали ощущать больше тепла в подвергнутых лечению конечностях, чем в других, а на следующее утро обычно рассказывали, что ночью ощущали покалывания внутри парализованных органов, иногда показывая небольшие розовые пятна, вызванные, по их мнению, подобными покалываниями. Больные легче управляли пораженными органами, которые как будто даже укреплялись.

В частности, один мужчина, который в первый день не мог поднять руку с колена, на следующий день приподнимал ее на

четыре—пять дюймов, на третий еще выше, а на пятый был в состоянии, правда, очень вяло, снять шляпу с головы. Эти признаки улучшения воодушевляют больных, вселяя надежду на выздоровление. Но я не припомню, чтобы после пяти сеансов хотя бы раз наступило дальнейшее улучшение. Больные, заметив это и не желая более подвергаться довольно болезненному лечению, теряли всякую надежду и отправлялись восвояси, где вскоре их состояние становилось не лучше прежнего. Так что мне не приходилось слышать, чтобы лечение паралича электричеством давало улучшение стойкого характера. Что же до временного улучшения, то я не берусь судить, в какой мере оно вызывалось физическими упражнениями больных, связанными с поездкой и ежедневными посещениями моей квартиры, а также надеждой на выздоровление, придававшей им силы, когда они двигали парализованными конечностями.

Я не исключаю возможности некоторого стойкого улучшения, если электризация будет сопровождаться соответствующим медицинским лечением и соблюдением режима под руководством опытного врача. Кроме того, не исключено, что ряд сильных ударов, как это делалось у меня, было бы правильнее заменить множеством слабых. По сообщениям из Шотландии, там в одном случае, повидимому, добились полного исцеления больного, которому ежедневно давалось по двести ударов от одной банки. Что касается какой-то необычайной силы, которая якобы заключалась в машине, применявшейся в этом случае, то мне думается, что это не могло иметь никакого значения для лечения, так как сила удара заряженного стекла пропорциональна площади обкладки стекла, так что удары от моих больших сосудов должны были быть гораздо сильнее, чем это достижимо с одной банкой, которую можно удержать в руке.

Остаюсь, сэр, с большим уважением Вашим самым покорным слугою

В. Ф.



ПИСЬМО XX

г-на Киннерслея

Филадельфия, 12 марта 1761 г.

Сэр,

Проведя в последнее время ряд опытов, я с радостью направляю Вам их описание в надежде доставить Вам некоторое удовольствие и побудить Вас к дальнейшему исследованию Вашего любимого, но еще не вполне изученного предмета — электричества.

Встав на электрическую скамью и хорошо наэлектризовав себя, я перебросил свою шляпу на значительное расстояние ненаэлектризованному человеку, стоявшему на другой скамье, и обнаружил, что шляпа перенесла с собой некоторое количество электричества, так как, подбежав немедля к этому человеку и поднеся к нему льняную нить, я установил, что он достаточно наэлектризовался, чтобы притянуть к себе нить.

Затем я подвесил на шелковой нити широкую металлическую пластинку и наэлектризовал кипящую воду, находившуюся под пластинкой на расстоянии около четырех футов, в надежде, что пар, обильно осаждавшийся на пластинке, перенесет с собой, как это было в первом опыте, какое-то количество электричества. Однако после неоднократных попыток я полностью убедился в том, что пар оставлял всю присущую ему долю электричества позади. Мне не известно, чем это объясняется, но не подтверждает ли это Вашу гипотезу, предполагающую, что пар, из которого возникают облака, оставляет свою долю электричества в исходной среде и поднимается ввысь в отрицательном состоянии.

Налив кипящей водой флорентийскую бутыль в чехле, я установил, что тепло настолько расширило поры стекла бутыли, что ее уже не удавалось зарядить. Электричество, судя по всему, легко проходило через стекло, как через металл; заряд трехпинтовой банки свободно проникал через бутыль, не причиняя ей никакого ущерба. Когда бутыль стала почти холодной, мне удалось зарядить ее как обычно. Не убедит ли этот опыт аббата Нолле в том, что он допустил вопиющую ошибку? Ведь пока электричество свободно проникало через стекло, что по его утверждениям происходит всегда, стекло никак не удавалось зарядить.

Взяв тонкую кедровую лучину, длиной около восемнадцати дюймов, и укрепив в центре ее латунный капсюль, я проткнул ее на обоих концах в горизонтальном направлении под прямым углом булавками (остриями в противоположном направлении) и подвесил это приспособление, хорошо уравновесив, подобно стрелке компаса, на штыре, длиной около шести дюймов, укрепленном в центре электрической скамьи. Затем, наэлектризовав скамью, я получил удовольствие наблюдать то, что мной ожидалось: деревянная стрелка стала вращаться головками булавок вперед. Наэлектризовав вслед за этим скамью отрицательно, я ожидал, что стрелка начнет вращаться в обратном направлении, но испытал горькое разочарование, так как она продолжала вращаться в прежнем направлении. Как мне думается, когда скамья наэлектризована положительно, природное количество электричества в воздухе с одной стороны увеличивается за счет электричества, стекающего с острия булавок, благодаря чему стрелка притягивается меньшим его количеством с другой стороны. А при отрицательной электризации природное количество электричества в воздухе, вблизи острия булавок, уменьшается, вследствие чего равновесие нарушается, и стрелка притягивается большим количеством электричества с противоположной стороны.

Я начинаю несколько сомневаться в справедливости теории взаимного отталкивания наэлектризованных тел. Как мне думается, все явления, на основе которых она была создана, могут быть достаточно хорошо объяснены и без этой теории. Разве не станут

отрицательно наэлектризованные пробковые шарики расходиться на то же расстояние, как и положительно наэлектризованные? И нельзя ли их расхождение в обоих случаях объяснить одним и тем же принципом, а именно принципом взаимного притяжения между природным количеством электричества в воздухе и электричеством большей или меньшей плотности в пробковых шариках? Ведь один из установленных в отношении этой жидкости законов гласит, что ее количества различной плотности должны взаимно притягиваться для восстановления равновесия.

Я не вижу оснований к выводу, что воздух не обладает своей долей общих запасов электричества, как стекло, и, вероятно, все прочие электрики per se. Ведь хотя воздух допускает как положительную, так и отрицательную электризацию тел в своей среде и с трудом отводит избыток электричества в одном случае или восполняет его недостаток в другом, тем не менее, если наэлектризованный отрицательно человек, выйдя ночью в сухую погоду из дома, поднимет на вытянутой руке длинную острую иглу концом вверх, он вскоре удостоверится в возможности извлечения электричества из воздуха. Правда, извлечения не весьма обильного, так как воздух, будучи плохим проводником, неохотно расстается с электричеством, но все же некоторое его количество как будто можно накопить. Воздух вокруг человека, обладая электричеством в количестве меньше природного, не сможет отдавать его, но если вытянуть руку, как это говорилось выше, то некоторое количество электричества можно будет получить из более высоких слоев воздуха, причем, стекаясь к острию иглы, оно начнет светиться.

Пусть человек, наэлектризованный отрицательно, поднесет иглу в горизонтальном направлении к пробковому шарику, подвешенному на шелковой нити. Тогда шарик станет притягиваться к концу иглы до тех пор, пока он не отдаст столько своего природного количества электричества, сколько нужно, чтобы самому стать отрицательно наэлектризованным в той же степени, что и человек с иглой. Вслед за этим шарик отойдет от конца иглы, как я полагаю, под действием притяжения в обратном направлении со стороны электричества боль-

шей плотности, находящегося в воздухе с другой стороны шарика. Но, поскольку подобная точка зрения как будто отходит от ортодоксальных воззрений на электричество, я с радостью услышал бы лучшее объяснение этих явлений, которое может дать Ваш более высокий и проницательный ум.

Имеет ли электричество в воздухе в ясную сухую погоду такую же плотность на высоте в две или три сотни ярдов, как и у поверхности земли, можно с успехом определить посредством Вашего старого опыта с воздушным змеем. По всей длине шнура змея должна проходить очень тонкая проволока. Концы этой проволоки в местах соединения отдельных ее кусков следует завязать вощеной нитью, чтобы предотвратить их действие как острия. Я дважды проводил этот опыт в сухую и очень ясную погоду, когда на небе не было ни облачка, и оба раза обнаруживал, что шнур был слабо наэлектризован положительно. К змею были прикреплены три металлических острия: одно наверху и по одному с каждого бока. О том, что шнур был наэлектризован, можно было судить по расхождению двух небольших защищенных от ветра пробковых шариков на тонких льняных нитях, привязанных к нему непосредственно над местом его соединения с шелком. А то, что шнур был наэлектризован положительно, я определил посредством прикосновения к нему проводом заряженной банки, в результате чего шарики разошлись еще больше без предварительного сближения. Этот опыт показал, что плотность электричества в воздухе в тот день была на высоте больше, чем внизу. Однако так бывает не всегда, потому что, как Вам известно, мы неоднократно наблюдали грозовые тучи в отрицательном состоянии, когда они притягивали электричество с земли. В таком состоянии они, вероятно, всегда находятся при своем образовании, пока не приобретут достаточного количества электричества. Каким образом они потом становятся положительно заряженными к концу грозы, что иногда бывает, должно явиться предметом дальнейшего изучения.

После опытов с деревянной стрелкой, о чем речь шла выше, я сделал крестовину из двух кусков дерева одинаковой длины,

скрепленных друг с другом под прямым углом в середине, и подвесил ее горизонтально на оси по центру, поместив на каждом из четырех концов крестовины по одной легкой фигурке коня со всадником. Затем, хорошо уравновесив все устройство и подгоняя каждого скакуна наэлектризованным острием вместо шпор, я позабавился картиной электрических конских скачек.

Кроме того, я сконструировал электрический воздушный термометр и, проведя с ним ряд опытов, получил большое удовлетворение и удовольствие. Этот термометр чрезвычайно чувствителен ко всякому изменению состояния находящегося в нем воздуха и полностью разрешает спорный вопрос о том, обладает ли электрический огонь теплотой. Прилагаемый чертеж с описанием позволит Вам без труда понять его устройство (рис. 13).

AB есть стеклянная трубка длиной около одиннадцати дюймов и с внутренним диаметром в один дюйм; с обоих концов этой трубки посажены на клею латунные закрышки, верхние части которых C и D могут герметически завинчиваться и отвинчиваться по мере надобности. Середина нижней части D снабжена винтом, который входит в медную гайку подставки E из красного дерева. Проволоки F и G предназначены для прохождения электрического огня перескоком с одной из них на другую. Проволоку G, проходящую внутрь подставки до точки H, можно поднимать или опускать при помощи винтовой нарезки на ней. Проволока F вынимается и может быть заменена ввинчивающимся крючком I. Стеклянная трубка K с небольшим внутренним каналом, открытая с обоих концов, прикрепляется на клею к латунной трубке L, которая ввинчивается в верхнюю закрышку C. Нижний конец трубки K погружается в окрашенную кармином воду на дне трубки AB (на первых порах я применял подкрашенный винный спирт, но при проведении одного из опытов тот воспламенился). На верхнем конце трубки K посажена на клею в целях украшения латунная пробка с навинчивающейся головкой, сбоку снабженной небольшим отверстием a для впуска воздуха. На трубку K насаживается пружинящее кольцо b из тонкой проволоки, которое можно по желанию устанавливать

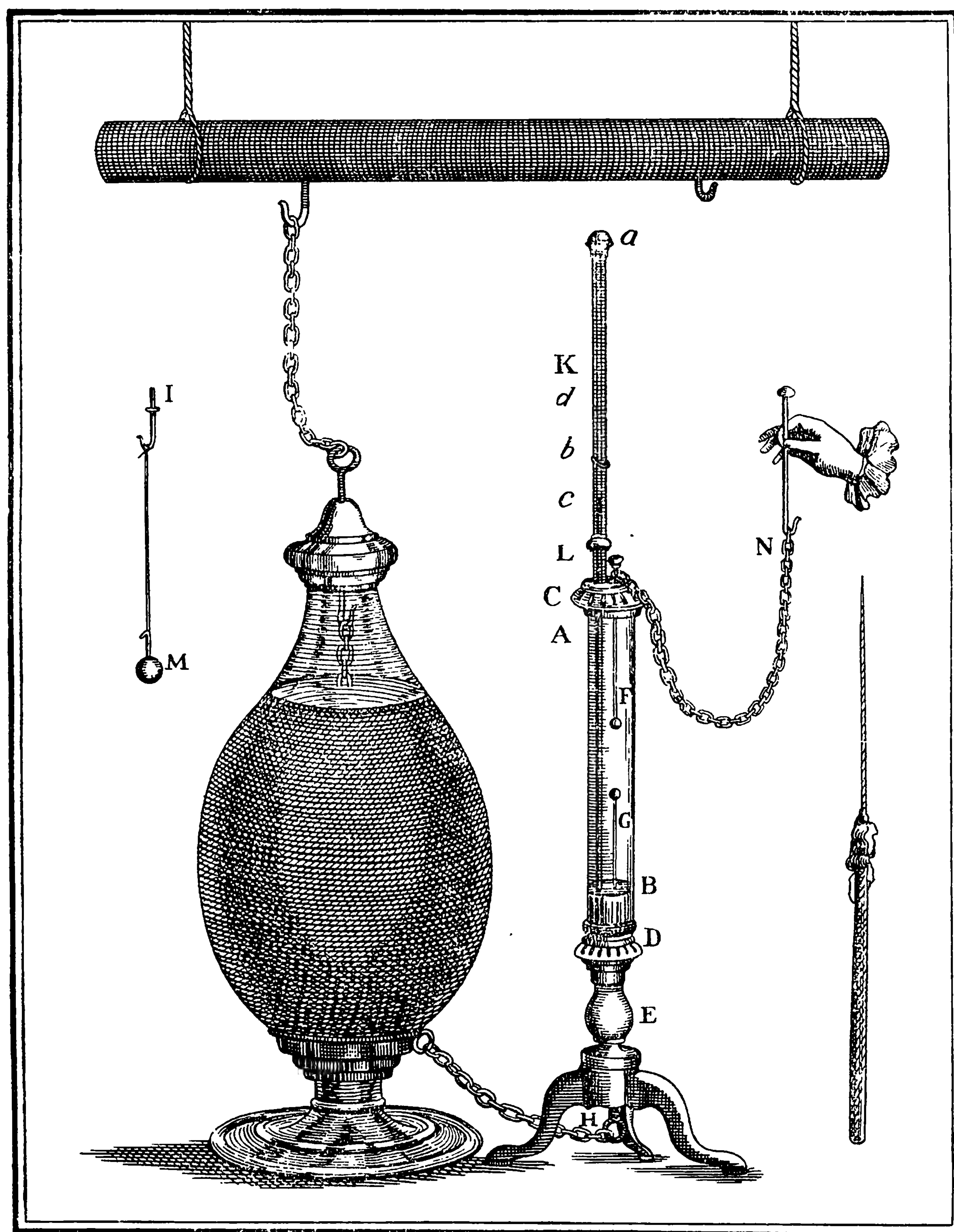


Рис. 13.

на любой высоте. Груз M предназначается для отвесного оттягивания предметов, подвешиваемых на крючке I в трубке AB. Через трубку K в трубку AB нагнетается воздух до тех пор, пока под действием его упругости столбик окрашенной воды не поднимется в трубке K приблизительно до уровня c. Тогда на уровне верхней точки столбика воды устанавливается мерное кольцо b, и термометр готов к употреблению.

Поместив термометр на электрическую скамью и присоединив его цепочкой N к первичному проводнику, я хорошо электризовал его продолжительное время, что, однако, не дало никакого заметного эффекта. Это показало, что электрический огонь в состоянии покоя содержит тепла не больше, чем воздух или другое вещество, которое в себе этот огонь заключает.

Если привести проволоки F и G в соприкосновение и пропустить через них большой заряд электричества (в моем шкафу было тридцать пять банок с общей площадью обкладок около тридцати квадратных футов), то разрежения воздуха в трубке AB не наблюдается, а это показывает, что проволоки при прохождении через них огня не нагреваются.

Если же эти проволоки раздвинулись на расстояние около двух дюймов друг от друга, то заряд трехпинтовой банки, проскакивая с проволоки на проволоку, весьма заметно разрежает воздух. Это свидетельствует, как мне думается, о том, что электрический огонь должен создавать за счет своего быстрого перемещения тепло как в себе, так и в воздухе.

Заряд одной из моих стеклянных банок (объемом свыше пяти с половиной галлонов), проскакивая с проволоки на проволоку, повышал столбик воды в трубке K за счет перемешивания воздуха, расталкиваемого им во всех направлениях, приблизительно до отметки d, а заряд упоминавшегося шкафа с банками поднимал его до самого верхнего края трубки. По успокоении воздуха столбик воды под действием силы тяжести мгновенно опускается, пока не придет в равновесие с разреженным воздухом, а затем, по мере охлаждения воздуха, идет вниз и останавливается на прежнем уровне.

Тщательно отмечая, на каком уровне над мерным кольцом *b* произошла первая остановка опускающегося столбика воды, можно определить степень разрежения воздуха, бывающую при больших взрывах весьма значительной.

Поочередно подвешивая в термометре полоску влажной писчей бумаги, влажную льняную и шерстяную нить, былинку зеленой травы, свежее лубяное волокно, тонкую серебряную нить, очень тонкую латунную проволоку и полоску позолоченной бумаги, я убедился в том, что заряд упоминавшейся стеклянной банки выделял, проходя через каждый из этих предметов, достаточно тепла для весьма ощутимого разрежения воздуха, более всего заметного в последнем случае.

Затем я подвесил вне термометра кусок тонкой клавикордной струны длиной около двадцати четырех дюймов с грузом в один фунт на нижнем конце и пропустил через нее заряд тридцати пяти банок, в результате чего мной был открыт новый метод волочения проволоки. Струна накалилась докрасна по всей длине, хорошо отожглась и стала длиннее более чем на один дюйм. Второй заряд расплавил ее; она разорвалась приблизительно на середине и оказалась, когда ее половинки сложили вместе, на четыре дюйма длиннее, чем раньше. Этот опыт, мне помнится, Вы предложили провести еще до Вашего отъезда из Филадельфии, но я не смог взяться за него раньше. Чтобы рассеять все сомнения в отношении того, что струна раскаливается докрасна, я повторил опыт с другим куском такой же струны, окруженной гусиными перьями с отдельными крупинками пороха в них, которые воспламенялись не хуже, чем когда до них дотрагиваешься раскаленной докрасна кочергой. Начал тлеть и трут, привязанный к другому куску струны. Когда же я взял проволоку в три раза толще, то ничего подобного уже произвести не удалось.

Отсюда видно, что хотя электрический огонь и не обладает заметным теплом в состоянии покоя, он создает его в других телах, если те имеют достаточно малые размеры, при своем бурном прохождении через них и преодолении встречаемого сопротивления.

Через толстую проволоку может пройти большое количество электричества, не создав заметного тепла; но если то же самое его количество проходит через очень тонкую проволоку, будучи стеснено узким проходом, то частицы, толпясь ближе друг к другу и встречая большое сопротивление, нагревают эту проволоку докрасна и могут даже расплавить ее.

Следовательно, молния не расплавляет металл путем холодного плавления, как это мы предполагали раньше, а, проходя через лезвие шпаги, если только ее количество не будет слишком большим, нагревает это острие до его расплавления, тогда как остальная, более широкая и толстая часть клинка может даже не нагреваться заметным образом.

А когда деревья или дома поджигаются огромным количеством электричества, которое иногда разряжают облака или земля, то не создается ли теплота, первоначально воспламеняющая дерево, за счет насильственного движения молнии через сопротивляющееся горючее вещество?

Если молния создает за счет быстрого движения теплоту в самой себе, а также и в других телах (а это, мне думается, явствует из некоторых предшествующих опытов с термометром), то этим легко объясняется подпаливание волос, иногда наблюдаемое у пораженных молнией животных. А то, что это не всегда так бывает, можно было бы объяснить следующим образом. Количество электричества, вполне достаточное для того, чтобы убить крупное животное, может иногда либо быть недостаточно сильным, либо не встретить достаточно большого сопротивления, чтобы стать при своем движении сжигающим.

Нам известно, что жилые дома при поражении молнией редко загораются, но если молния ударяет в сарай с сеном или соломой или в склад с большим запасом пеньки или другого подобного материала, то в этом случае редко удается, если удается вообще, избежать пожара. Это, видимо, является следствием того, что подобные горючие материалы загораются при меньшем нагревании по сравнению с деревом.

Прошлым летом в нашем городе молнией были повреждены четыре дома и одно судно на пристани. В один дом молния ударяла дважды за время одной грозы. Но мне доставляет удовольствие сообщить Вам о едва не ускользнувшем от нашего внимания случае, когда была убедительно доказана большая польза предложенного Вами способа предотвращения ужасных бедствий подобного рода, который сейчас стал цениться нами еще выше.

Узнав несколько дней тому назад, что один купец из нашего города, по имени Уильям Уэст, полагает, что во время грозы прошлым летом молния прошла через железный проводник, установленный им в целях защиты своего дома, я зашел к нему, чтобы узнать на основе чего он пришел к подобному выводу. Г-н Уэст сообщил мне, что вся его семья и соседи были оглушены ужасным взрывом, сопровождавшимся вспышкой и ударом. Отсюда он заключил, что молния ударила где-то в непосредственной близости, но, поскольку ни один из домов по соседству от молнии не пострадал, она должна была пройти через его проводник. Его клерк, г-н Уайт, рассказал мне, что во время грозы он сидел у окна на расстоянии около двух футов от проводника, прислонившись к кирпичной стене, вдоль которой проходил проводник, и что он почувствовал резкое сотрясение, как при электрическом ударе, в той части тела, которая касалась стены. Как далее сказал мне г-н Уэст, по словам одного человека бесспорной правдивости, находившегося в дверях дома на противоположной стороне Уотер-стрит (как Вам известно, эта улица очень узка), тот видел, как молния распространилась по тротуару, очень мокрому тогда от дождя, на расстояние в два или три ярда от основания проводника. Более того, по рассказам другого вполне заслуживающего доверия человека, находившегося через несколько домов на противоположной стороне улицы, тот видел, что молния, мелькнув в небе, как будто ударила непосредственно над самым верхним концом проводника в направлении к последнему.

Получив эти сведения и пожелав добыть новые доказательства, поскольку в нижней части проводника мы не обнаружили никаких

следов прохождения молнии, я предложил г-ну Уэсту подняться вместе со мной на крышу дома для осмотра заостренного конца прутка, заверив его, что молния при прохождении через острие должна была оплавить его. К нашему огромному удовлетворению мы и обнаружили это. Железный пруток возвышался приблизительно на девять с половиной футов над печными трубами, к которым он был привязан (мне думается, вполне хватило бы трех—четырех футов). Диаметр сужавшегося кверху прутка в своей наиболее толстой части составлял несколько больше полдюйма. Проводник от основания прутка до земли состоял из связанных вместе перекрывающихся кусков гвоздильного железа квадратного сечения толщиной немного больше четверти дюйма. Он проходил вниз по кедровой крыше до карниза, а оттуда по стене дома в четыре с половиной этажа до тротуара на Уотер-стрит с креплениями в нескольких местах на стене небольшими железными скобами. Нижний конец проводника был прикреплен к кольцу, находящемуся в верхней части железного столба, зарытого в землю на глубину около четырех—пяти футов.

На верхнем конце железного прутка имелось отверстие глубиной около двух дюймов, в которое была вставлена с заострением на конце латунная проволока толщиной около двух линий и длиной в первоначальном виде около десяти дюймов. В момент осмотра ее длина не превышала семи с половиной дюймов, а ее верхний конец был совсем тупым. Часть металла, видимо, исчезла, а самый тонкий конец проволоки, как я подозревал, сгорел. Другая же часть металла, где проволока была потолще, только расплавилась молнией и несколько стекла в жидком состоянии, образовав вокруг верхушки остальной проволоки неровную, неправильной формы шляпку, осевшую с одной стороны больше, чем с другой. Это утолщение было прочно соединено с проволокой.

В этом состоял весь ущерб, причиненный имуществу г-на Уэста страшным ударом молнии. Разве это не является самым убедительным доказательством величайшей пользы подобного способа предотвращения ужасных последствий удара молнии? Нет спору, что

теперь установка проводников для молнии будет считаться столь же целесообразной, что и водосточных труб.

Г-н Уэст был так любезен, что преподнес мне в дар расплавившуюся проволоку, которую я храню, как величайшую редкость, и горю желанием показать ее Вам. А пока посылаю Вам ее изображение, какое только я смог нарисовать с наибольшим своим старанием. Это изображение Вы увидите рядом с термометром, где она нарисована в теперешнем виде, а пунктиром наверху показана ее форма до расплавления молнией.

А теперь, сэр, я от всего сердца поздравляю Вас с полным осуществлением Ваших великих и весьма обоснованных надежд. Да обретет этот способ защиты от разрушительного действия одной из самых грозных сил природы такой успех в дальнейшем, что каждое доброе и благородное сердце будет благодарить бога за столь важное изобретение. Да воспользуется благами этого изобретения все человечество. Пусть дойдет оно до грядущих поколений, сделав имя Франклина бессмертным, как и имя Ньютона.

Остаюсь, сэр, с искренним уважением Ваш самый покорный и смиренный слуга Эбен. Киннерслей.



ПИСЬМО XXI

г-ну Киннерслею
(в ответ на предыдущее)

Лондон, 20 февраля 1762 г.

Сэр,

Получил Ваше интересное письмо от 12 марта прошлого года и сердечно благодарю за сообщение о новых опытах по электричеству, проведенных Вами за последнее время... Этот предмет все еще доставляет мне удовольствие, хотя последнее время я мало занимался им.

Ваш второй опыт, когда Вы безуспешно пытались передавать положительное электричество паром, подымающимся с поверхности наэлектризованной воды, напомнил мне один мой былой опыт, проводившийся в целях выяснения того, нельзя ли получить отрицательное электричество посредством одного только испарения. Я поместил на электрическую скамью большую нагретую латунную пластинку, площадью в четыре или пять квадратных футов, закрепив на ней в горизонтальном положении металлический стержень, длиной около четырех футов, снабженный на своем конце пулей. К потолку на тонкой нити подвешивался легкий пучок хлопка, отстоявший от пули на расстоянии дюйма. Затем я обрызгивал нагретую пластину водой, которая быстро улетучивалась вверх в виде пара. Если бы пар уносил от тел электрический огонь, как это происходит с обыкновенным, то, как я ожидал, пластина, потеряв некоторое количество своего природного электричества, должна была бы наэлек-

тризоваться отрицательно. Однако ни по движению хлопка, ни по какому-либо расхождению пробковых шариков, подвешенных к пластине, мне не удалось заметить, чтобы пластина так или иначе электризовалась. Здесь у г-на Кантона также получилось, что две одинаково наэлектризованные чайные чашки, помещенные на электрическую скамью при их наполнении кипящей и холодной водой, оставались одинаково наэлектризованными, несмотря на обильное испарение из чашки с горячей водой. Совпадение Вашего опыта с последним показывает еще одно замечательное различие между электрическим огнем и огнем обыкновенным. Ведь последний очень легко покидает заключавшее его в себе тело, когда вода или иная жидкость испаряется с поверхности этого тела и уносится вместе с паром. На этой основе на востоке давно практикуется способ охлаждения напитков путем обвертывания бутылок мокрой тканью и выставления их на ветер. Д-р Каллен из Эдинбурга показал несколько опытов по охлаждению за счет испарения. Я сам присутствовал на одном из опытов д-ра Хадли, тогдашнего профессора химии в Кембридже, когда в результате повторного смачивания шарика термометра спиртом и ускорения его испарения при помощи воздуходувных мехов ртуть опустилась с отметки 65 (тепловое состояние воздуха в комнате) до 7, что было на 22 градуса ниже точки замерзания, причем то ли вследствие наличия примесей воды в спирте, то ли от дыхания ассистентов, то ли благодаря тому и другому вкупе, но на шарике образовался слой инея из маленьких игольчатых кристалликов толщиной почти в четверть дюйма. Вот в какой степени ртуть утратила тогда содержавшийся в ней огонь, который, как я полагаю, воспользовался предоставившимся случаем исчезнуть, пристав к испарявшимся частицам спирта.

Ваш опыт с флорентийской бутылью и кипящей водой очень любопытен. Повторив его, я в двух случаях из трех обнаружил, что все происходит так, как Вы это излагали. Третья бутыль не заряжалась ни при заполнении горячей, ни при заполнении холодной водой. Мне пришлось повторить опыт, так как я вспомнил, что однажды уже пытался сделать электрическую банку из флорентийской бутыли

с заполнением холодной водой, но эта банка никак не заряжалась. Отнеся это тогда за счет наличия незаметных трещин в маленьких, чрезвычайно тонких пузырьках, которыми изобиловало это стекло, я заключил, что никакое стекло подобного сорта нельзя зарядить. Однако Вы вскрыли мою ошибку... Г-н Уильсон уже раньше познакомил нас с тем, что накаленное докрасна стекло проводит электричество. Но для нас явилось откровением то, что при столь незначительной степени нагретости, каковая сообщается кипящей водой, поры в чрезвычайно тонком стекле настолько расширяются, что электрическая жидкость начинает свободно проходить через него. Однако ряд аналогичных Вашему опытов был проведен здесь еще до получения Вашего письма, о чем я спешу Вам сейчас доложить.

Раньше я придерживался взгляда, что лейденская банка, герметически закупоренная после заряжения, способна сохранять свое электричество вечно; однако заподозрив позднее, что эта тонкая жидкость может с течением времени просачиваться сквозь стекло незаметными порциями, я попросил кое-кого из моих друзей, в распоряжении которых имелось необходимое для этого оборудование, проверить, не уменьшится ли заметным образом заряд банки, запечатанной вышеуказанным образом, после нескольких месяцев хранения. Когда в сентябре 1760 г. я находился в Бирмингаме, г-н Болтон открыл при мне банку с длинным стеклянным горлышком, которая была в январе месяце того же года заряжена и запечатана герметически. Отбив конец горлышка и пропустив через него проволоку, мы установили, что банка обладала значительным количеством электричества, которое разрядилось искрой с треском. Эта банка пролежала почти семь месяцев на полке в чулане, соприкасаясь с телами, которые несомненно отвели бы все ее электричество, если бы оно свободно проникало через стекло. Но поскольку количество электричества, как это показал разряд, повидимому, было не столь значительно, как это можно было бы ожидать от хорошо заряженной банки таких размеров, остались некоторые сомнения относительно того, не ускользнула ли часть электричества во время запечатывания горлышка банки или не просачивалось ли оно постепенно все это

время через стекло. Однако опыт г-на Кантона, при котором такая же банка пролежала под водой неделю без малейшего уменьшения ее запасов электричества, видимо, доказал, что даже чрезвычайно тонкое стекло при хранении в холоде хорошо удерживает электрическую жидкость. Поскольку этот изобретательный и точный экспериментатор подобно Вам же открыл, что теплота делает тонкое стекло проницаемым для этой жидкости, было бы несправедливо по отношению к нему не послать Вам сообщение об этом в его же собственном изложении, приводимом из его письма на мое имя от 31 октября 1760 г.

«Достав несколько тонких стеклянных шаров, — писал он мне, — диаметром около полутора дюймов с ножками или трубками длиной по восемь—девять дюймов, я наэлектризовал одни из них с внутренней стороны положительно, а другие отрицательно, как заряжают лейденские банки, и герметически запечатал их. Вскоре после этого я прикладывал эти шары к моему электрометру, но не обнаружил ни малейших признаков их электризации. Но достаточно было подержать их перед огнем на расстоянии шести — восьми дюймов, чтобы они очень скоро ясно проявили свою наэлектризованность, причем их электризация становилась еще заметнее при охлаждении. Всякий раз при нагревании этих шаров они отдают или забирают от других тел электрическую жидкость в зависимости от того, положительно или отрицательно они были наэлектризованы изнутри. Я установил, что частое нагревание шаров делает их силу заметно меньше, тогда как хранение одного из них под водой в течение недели нисколько не ослабило его силу. Шар, хранившийся под водой, был заряжен 22 сентября. До этого он нагревался несколько раз и нагревался неоднократно после хранения под водой. Тем не менее он все еще в значительной степени сохраняет свои свойства. Случайная поломка двух моих шаров позволила мне измерить толщину их стенок, которая, как я обнаружил, составляла от семи до восьми десятитысячных дюйма.

Легкая пушинка, находящаяся в герметически запечатанном тонком стеклянном шаре, никак не реагирует на подведение к стеклян-

ному шару возбужденной трубки или провода заряженной банки, если только шар не нагреть значительно. А если нагреть оконное стекло до размягчения и поместить его тогда между проводом заряженной банки и разряжающей проволокой, то электрическая жидкость потечет не через стекло, а в обход края пластинки стекла по его поверхности».

Этим последним своим опытом г-н Кантон показал, что хотя умеренно нагретое тонкое стекло и становится до некоторой степени проводником электричества, тем не менее оно при толщине обыкновенного оконного стекла даже в близком к расплавлению состоянии настолько плохо проводит электричество, что провести через себя удар от разряда электрической банки неспособно. Существуют и другие проводники, которые постепенно пропускают через себя электрическую жидкость, но которые неспособны передать электрический удар. Например, десть писчей бумаги пропускает электричество вдоль всей своей длины, так что лицо на подставке из воска, дотронувшееся этой бумагой до наэлектризованного первичного проводника, наэлектризуется само, хотя даже один лист этой бумаги не пропустит удара в направлении, перпендикулярном к его поверхности. Следовательно, удара или не будет, или он пройдет через бумагу, только пробив в ней отверстие. Так и сито пропускает через себя воду постепенно, но струя из пожарной машины либо будет остановлена им, либо же пробьет в нем дыру.

Повидимому, для того чтобы сделать стекло проницаемым для электрической жидкости, тепло должно быть соразмерно его толщине. Тепло кипящей воды, соответствующее всего 210 градусам, способно сделать чрезвычайно тонкое стекло флорентийской бутыли проницаемым даже для удара... Как показал лорд Чарльз Кавендиш посредством очень остроумного опыта, чтобы сделать более толстое стекло проницаемым для обычного тока, необходима теплота в 400 градусов.

«Стеклянная трубка, — писал лорд Чарльз Кавендиш, — (рис. 14) со сплошной частью *BC* была снабжена с каждого конца проволоками, заделанными в точках *B* и *C* в стекло.

Вокруг колена *D* была привязана спускавшаяся к полу тонкая проволока для того, чтобы отводить все электричество, которое могло протекать по трубке.

Выгнутая часть трубки помещалась в чугунный котел, заполненный железными опилками, в которые был погружен термометр. Под котел устанавливалась лампа. Все это размещалось на стекле.

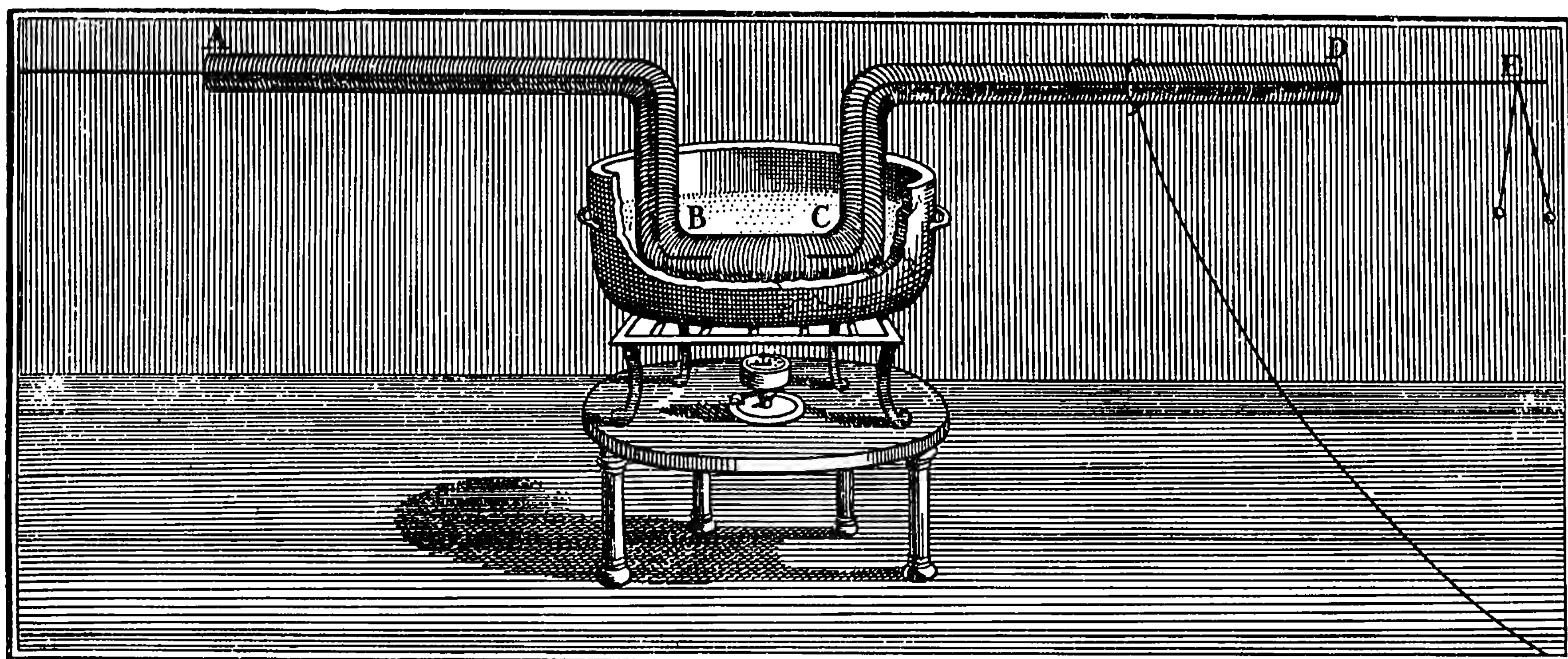


Рис. 14.

До нагрева котла проволока *A* электризовалась машиной, благодаря чему пробковые шарики в точке *E* раздвигались соответственно принципу лейденской банки. Но после нагрева участка *BC* трубки до 600 и разряжения электричества посредством прикосновения к проволоке в точке *E* пробковые шарики также продолжали раздвигаться, если машина не прекращала работу.

Когда установка стала остывать, подобное явление наблюдалось до тех пор, пока термометр не опускался до 400».

Остается только пожелать, чтобы этот благородный философ побольше сообщал человечеству о своих опытах, которых он проводит много и с большой точностью.

Вам должно быть известно, что я всегда рассматривал одинаковое отталкивание в случаях положительного и отрицательного электричества как явление, трудно поддающееся объяснению. Порой,

подобно Вам самим, я тоже склонялся к мысли попытаться все объяснять притяжением. Но помимо того, что притяжение само по себе столь же непонятно, как и отталкивание, встречаются еще и такие случаи отталкивания, которые с трудом поддаются объяснению притяжением.

Так, если к концу первичного проводника на льняных нитях подвесить пару пробковых шариков и подвести к нему натертую стеклянную трубку, но не до соприкосновения с ним, то шарики разойдутся, как будто их наэлектризовали положительно, хотя Вы и не сообщили проводнику никакого электричества, так как, если бы Вы сделали это, электричество осталось бы там и после того, как Вы убрали трубку. Однако немедленное сближение шариков после отведения трубки показывает, что в проводнике ничего не осталось, кроме присущего ему от природы количества электричества. Затем если снова подвести к первичному проводнику натертую трубку и дотронуться в это время пальцем до его конца, на котором висят раздвинувшиеся шарики, то последние сойдутся, возвратившись после прикосновения пальца вместе с этой частью проводника в исходное, т. е. естественное, состояние. Но другой конец проводника, около которого находится трубка, пребывает не в том же состоянии, а в отрицательном, что выявляется после отвода трубки, так как часть природного количества электричества, сохранившаяся на конце возле шариков, должна восполнить нехватку на другом, так что весь проводник оказывается одинаково в отрицательном состоянии.

Не доказывает ли это того, что электричество натертой трубки оттеснило электрическую жидкость, которая была разлита по проводнику, когда тот находился в своем естественном состоянии, и вынудило ее оставить тот конец, к которому подвели трубку, и сосредоточиться на конце, к которому были подвешены пробковые шарики? Признаюсь, мне было бы трудно объяснить оставление электричеством одного конца проводника при приближении к нему натертой трубки иначе, как только действием отталкивания. Ведь если проводник находится в одинаковом состоянии с воздухом, т. е. в своем природном состоянии, то трудно предположить, что между воздухом

и природным количеством электрической жидкости в проводнике мгновенно возникает такое притяжение, которое притягивает и сосредоточивает ее на конце проводника, противоположном тому, к которому приближают трубку, поскольку тела, обладающие только присущим им от природы количеством этой жидкости, обычно не притягивают друг друга и не влияют взаимно на количество заключенного в них электричества.

Явления отталкивания можно наблюдать в природе и в ряде других случаев. Уже не говоря о неистовой силе, с которой удаляются друг от друга частицы воды, нагретые до определенной степени, или частицы пороха при соприкосновении с малейшей искрой огня, существует доступное глазу отталкивание и между одинаковыми полюсами магнита — этого предмета, в котором содержится тонкая и подвижная жидкость, во многих отношениях напоминающая электрическую. Если подвесить на шнуре два магнита так, чтобы их одноименные полюса находились друг против друга, то они разойдутся и останутся в этом положении. Теперь, если положить магнитный стальной брусок на гладкий стол и приближать к нему параллельно другой при одинаковом расположении их полюсов, то первый из них станет отодвигаться от второго, как бы стремясь избежать соприкосновения, и может свалиться со стола, словно его оттуда столкнули. Можно ли это приписать притяжению со стороны какого-либо окружающего предмета или вещества, которые растаскивают их в разные стороны или тянут один прочь от другого? Если нельзя, то отталкивание существует в природе и в явлениях магнетизма. А тогда почему же оно невозможно в случае электричества?

Нам не следовало бы, конечно, без нужды увеличивать число причин в философии, причем большая простота Вашей гипотезы вынудила бы меня этого не делать, если бы я был уверен в том, что она способна объяснить все явления. Но я нахожу, или так полагаю, что две причины удобнее только одной из них. Тогда я сумею объяснить круговое вращение Вашей горизонтальной палочки, насаженной на острие упора, с булавками на каждом ее конце, обращенными в разные стороны и вращающимися в одном и том же направлении как

при положительной, так при отрицательной электризации. При положительной электризации воздух у концов булавок, будучи наэлектризован положительно, отталкивает их; при отрицательной же электризации, когда воздух у булавочных концов наэлектризован ими также отрицательно, притяжение возникает между воздушным электричеством позади булавочных головок и отрицательно заряженными булавками, так что и в этом случае они притягиваются в том же самом направлении, в котором они отталкивались раньше... Как видите, я охотно иду Вам на уступки, — одолжение, которого я не получал ни от нашего собрата Нолле, ни от какого бы то ни было другого творца гипотез, — и, следовательно, вправе немного гордиться этим, особенно если учесть их высказывания о том, что я умею успешно защищать даже неправильные положения, когда считаю это выгодным.

Вот Вы выдаете за твердый закон положение, что «количества электрической жидкости различной плотности притягиваются друг к другу ради восстановления равновесия», а мне думается, что оно слабо обосновано или, по крайней мере, плохо выражено. Два больших подвешенных на шелковых шнурках пробковых шарика, одинаково хорошо наэлектризованных, разойдутся на большое расстояние. Приведя в соприкосновение с одним из них еще один шарик такого же размера и также подвешенный на шелковом шнурке, Вы заберете от первого половину его электричества. Тогда, действительно, шарик повиснет на меньшем расстоянии от другого, но полное и половинное количества электричества не станут притягивать друг друга, если судить по тому, что шарики не приходят в соприкосновение.

На самом деле, я не знаю ни одного доказательства того, что одно количество электрической жидкости притягивается другим ее количеством, как бы ни была велика разница в их плотностях. Предположим, что в природе существует взаимное притяжение между двумя долями какого-либо рода материи. Тогда было бы странно, если бы это притяжение проявлялось сильно при неравенстве этих долей и исчезало с добавлением материи того же самого рода к мень-

шей доли так, чтобы сделать ее равной большей доли. По всем известным нам законам материального притяжения оно возрастает пропорционально увеличению масс, но никогда не пропорционально разности масс.

Я, пожалуй, сформулировал бы этот закон так: «Электрическая жидкость сильно притягивается всеми известными нам прочими видами материи, тогда как сами частицы этой жидкости взаимно отталкивают друг друга». Отсюда ее одинаковое рассредоточение (за исключением особых обстоятельств) во всех других видах материи. Однако это Вы шутливо называете «электрической ортодоксальностью». Так именно сейчас и обстоит дело с некоторыми вещами, правда, не со всеми, и, быть может, эта ортодоксальность не будет вечной для всех вещей. Взгляды постоянно расходятся в тех случаях, когда у нас нет математических доказательств природы вещей, да они и должны расходиться. Подобные разногласия полезны, поскольку они дают повод для более тщательного обсуждения, благодаря которому ошибки часто устраняются, знания расширяются, а научные основы становятся понятнее и достовернее.

Воздух должен обладать, как Вы замечаете, «своей долей общих запасов электричества, как стекло и, наверное, все прочие электрики per se». Но мне кажется, что воздух, подобно электрикам per se, не легко расстается с тем или приобретает сверх того, что у него есть, если к нему не примешано какое-то количество электриков вроде влаги, которая содержится хотя бы в минимальном количестве даже в самом сухом природном воздухе. Но это — всего лишь догадка. А Ваш опыт по возврату электричества к отрицательно наэлектризованному человеку, когда тот поднимает вверх руку с иголкой, конец которой может ночью светиться, представляется любопытным на самом деле. В Лондоне воздух обычно влажнее, чем в нашем городе, и мне приходилось наблюдать здесь, как г-н Кантон электризует воздух в одной комнате положительно, а в соседней, соединяющейся с ней дверью, отрицательно. Эта разница легко обнаруживалась при помощи пробковых шариков, когда он переходил из одной комнаты в другую.

Отец Беккария тоже придумал хороший опыт, доказывающий возможность электризации воздуха. Подвесив на льняных нитях два небольших легких шарика к концу своего первичного проводника, он некоторое время вращает свой шар, электризуя его положительно. Тогда шарики все больше расходятся все это время. Затем он подводит к своему первичному проводнику острую иглу, которая начинает постепенно отводить электрическую жидкость. Тогда шарики сближаются и касаются друг друга еще до того, как вся она будет отведена из проводника. После того, по мере дальнейшего ее отвода, шарики снова начинают расходиться, и, когда проводник окажется в своем естественном состоянии, они будут находиться почти на том же расстоянии, что и вначале. Это доказывает, что, когда шарики сблизились вплотную, окружавший их воздух был наэлектризован в той же степени, что и проводник, а когда тот пришел в свое естественное состояние, воздух был наэлектризован больше, чем проводник. Ведь шарики в естественном состоянии должны разойтись, если воздух вокруг них наэлектризован положительно или отрицательно; то же самое произойдет и тогда, когда воздух находится в своем естественном состоянии, а сами шарики наэлектризованы положительно или отрицательно. Я предвижу, что Вы воспользуетесь этим опытом ради доказательства своей гипотезы, причем, мне думается, он Вам очень поможет.

Вы поставили интересный вопрос о том, обладает ли электричество воздуха в ясную погоду на высоте в две или три сотни ярдов той же самой плотностью, что и у поверхности земли. Рад, что Вы провели надлежащий опыт. Когда поразмыслишь над этим вопросом, то представляется вероятным, что в любой момент времени и независимо от того, будет ли общее состояние атмосферы положительным или отрицательным, та ее часть, которая располагается непосредственно у земли, должна быть ближе к естественному состоянию благодаря передаче электричества земле в одном случае и его получению от земли — в другом. При электризации воздуха в комнате меньше всего изменяет свое состояние та его часть, которая находится ближе к стенам и полу. Имеется только одна пустяковая неясность

в этом опыте, которую можно выяснить путем дополнительных опытов и которая вытекает из предположения, что тела могут электризоваться положительно при их трении воздухом, с силой обдувающим их, как это происходит с воздушным змеем и его шнуром. Если иногда электричество при том же самом трении в воздушном потоке и бывает отрицательным, то это должно происходить от того, что верхние слои воздуха заряжены отрицательно.

Ваш электрический термометр и опыты, которые Вы провели с ним, доставили мне большое удовольствие. В свое время я убедился при помощи опыта со своей склянкой и сифоном, что простое присутствие электрической атмосферы в склянке не ведет к повышению упругости воздуха в ней. Однако пока Вы не поставили меня в известность об этом, я и не подозревал, что тепло можно сообщить воздуху при помощи электрического взрыва. Дальнейшее разрежение воздуха, продолжавшееся некоторое время после разряда Вашей склянки и Вашего шкафа банок, видимо, выясняет это. Другие опыты с влажной бумагой, влажной нитью, зеленой былинкой и свежей щепкой представляются менее удовлетворительными, поскольку возможный переход части влаги в пар вследствие прохождения через нее электричества мог вызвать некоторое увеличение объема воздуха, постепенно уменьшающееся по мере конденсации такого пара. Тонкая серебряная нить, очень тонкая латунная проволока и полоска позолоченной бумаги вызывают такое же возражение, так как даже металлы при подобных обстоятельствах нередко частично превращаются в дым, особенно позолота на бумаге.

Но Ваш последующий изящный опыт с проволокой, которую Вы накалили электрическим разрядом и в этом состоянии поджигали ею порох, устраняет все сомнения в том, что наше искусственное электричество способно производить тепло и что расплавление металлов этим путем нельзя называть холодным, как я это делал раньше. Недавний наблюдавшийся здесь случай, когда в доме, в который ударила молния, расплавилась звонковая проволока, и ее куски выжгли пол, куда они упали, доказал то же самое и в отношении природного электричества. К прежнему своему ошибочному выводу меня

привело излишнее доверие к сообщениям, почерпнутым даже из философских книг или дошедших до нас от древних времен, о расплавлении денег в кошельках, шпаг в ножнах и т. п. без сжигания воспламеняющихся материалов, соприкасавшихся с расплавленным металлом. Но люди обычно бывают очень невнимательными наблюдателями, и философ должен весьма осторожно верить их рассказам о вещах необычайных. Он не должен строить ни одной гипотезы на чем-либо, кроме достоверных фактов и опытов, если не хочет вскоре подвергнуть ее опасности рассыпаться подобно карточному домику.

Как много есть способов добывания огня или создания тепла в телах! При помощи солнечных лучей, удара одного тела о другое, трения, ковки, гниения, брожения, смешения самих жидкостей или твердых тел с жидкостями, электричества. И хотя огонь при его получении в различных телах и может отличаться в деталях, например по цвету, силе и т. п., все же в общем для одного и того же тела он остается одинаковым. Не доказывает ли это того, что огонь существовал в теле, пусть в скрытом состоянии, еще до того, как его возбудили, высвободили, привели в действие и сделали видимым для наблюдения одним из вышеуказанных способов? Не может ли он представлять собой составную часть, причем даже главную, твердого вещества предметов? Если это верно, то разжигание огня в предмете должно быть не чем иным, как развитием этого воспламенимого элемента и предоставлением ему свободы действия по разъединению составных частей этого предмета, который потом обнаруживает признаки обгорелости, плавления, сгорания и т. д. Когда человек зажигает сотню свечей от пламени одной, причем не уменьшая его, то правильно ли тогда говорить, что весь этот огонь был *передан*? Когда одна единственная искра от огнива, попав в пороховой погреб, мгновенно все воспламеняет и создает взрыв огромной силы, то правильно ли будет утверждать, что весь этот огонь первоначально существовал в искре? Мы не можем представить себе этого. Таким образом, мы, кажется, приходим к выводу, что во всех телах имеется достаточно огня для того, чтобы опалить, расплавить или сжечь их, как только он высвобождается тем или иным путем, чтобы воздей-

ствовать на них или выделяться из них. Эта свобода как будто предоставляется ему прохождением через тела электричества, которое, как нам известно, само способно производить и производит разделение составных частей даже воды, причем совсем не исключено, что само появление огня есть всего лишь следствие такого разделения. Если так, то нет нужды предполагать, что электрическая жидкость нагревает самое себя вследствие быстроты своего движения или вследствие преодоления сопротивления, которое она встречает при прохождении через них. Они будут нагреваться только соразмерно облегчению подобного разделения. Так, пламя свечи не может сообщить толстой проволоке теплоту плавления, хотя оно способно расплавить тонкую проволоку. И это не потому, что толстая проволока *меньше* сопротивляется разъединяющему действию пламени, а потому, что она сопротивляется ему *больше*, чем тонкая проволока, или потому, что сила, будучи поделена между большим числом частей, действует на каждую из них слабее.

Это напоминает мне, однако, об одном небольшом опыте, который я часто проделываю и который сразу же показывает различие в воздействии одного и того же количества электрической жидкости при ее прохождении через различные количества металла. Полоска станиоля, длиной в три дюйма и шириной в четверть дюйма, с одного конца сужающаяся по всей длине до острия на другом ее конце, укладывалась между двумя стеклами. При пропускании через нее электричества из большой лейденской банки ее цельность в наиболее широкой части не нарушалась, ближе к середине полоска местами расплавлялась, еще далее к концу она расплавлялась полностью, а на расстоянии около полдюйма от острого конца сгорала совершенно.

Вы не ошиблись, предполагая, что Ваше изложение роли заостренного прутка в защите дома г-на Уэста от повреждения молнией должно было доставить мне много удовольствия. Самым искренним образом благодарю Вас как за это, так и за тот труд, который Вы взяли на себя, чтобы как можно полнее изложить все обстоятельства, включая сюда и рисунок расплавившегося заостренного конца. Одно обстоя-

тельство, а именно то, что молнию видели растекающейся от основания проводника по мокрому тротуару, заставляет меня полагать, что земля под тротуаром была очень суха и что проводник следовало бы зарыть глубже, чтобы он доходил до более влажного грунта. Тогда он лучше годился бы для приема и рассеивания электрической жидкости. И хотя в данном случае проводник, составленный из кусков гвоздильного железа толщиной несколько более четверти дюйма, сумел хорошо отвести молнию, все же некоторые сообщения из Каролины, которые мне довелось видеть, заставляют меня думать, что, пожалуй, иногда необходимы прутки потолще, хотя бы ради сохранения самого проводника, который, если он слишком тонок, сам может разрушиться при выполнении своего долга, хотя дом и сохранит. На самом же деле при создании подобного нового приспособления, в применении которого у нас нет большого опыта, нельзя не считать удачей то, что мы с самого начала подошли столь близко к истине и допустили так мало ошибок.

Есть еще одна причина, по которой нижний конец прутка следует зарывать глубже и изгибать его под землей с отводом наружу на некоторое расстояние от основания. Дело в том, что стекающая с карнизов вода может иногда просачиваться вниз у фундамента дома в большом количестве и близко подступить к концу прутка, хотя почва над ним будет суха. В подобных случаях вода может превратиться в пар со взрывом большой силы, способным разрушить фундамент дома. Утверждают, что вода при превращении в пар увеличивается в объеме в 14 000 раз... Однажды я пропускал заряд через небольшую стеклянную трубку, которая прекрасно выдерживала его пустой, но когда я налил ее водой, то ее разорвало на куски, разбросав их по всей комнате... Не обнаружив никаких следов воды на столе, я заподозрил, что она превратилась в пар. Это подозрение подтвердилось позднее, когда я, заполнив подобную же трубку чернилами, положил ее на лист чистой бумаги, на котором после взрыва не оказалось ни следов влаги, ни чернильных пятен. Этот опыт с взрывом воды, который, если мне не изменяет память, впервые был проведен отцом Беккария, этим самым изобре-

тательным из экспериментаторов по электричеству, может объяснить, почему дерево, пораженное молнией, иногда местами мелко расщепляется подобно метле. Дело в том, что сосуды растений, по которым идет сок, состоят из множества трубок, наполненных водянистой жидкостью, которая при обращении в пар разрывает каждую такую трубку по длине. Не исключено также, что именно это разрежение жидкостей в телах животных, убитых молнией или электричеством, делает их мясо путем разделения волокон столь мягким и подверженным более быстрому разложению. Более того, мне думается, что большие разрушения, причиняемые молнией каменным и кирпичным стенам, можно иногда отнести за счет взрыва воды, текущей по ним во время дождей или скопившейся в стыках, небольших углублениях или трещинах, встречающихся в стенах.

Здесь есть ряд людей, занимающихся электричеством, которые, полагая, что острия притягивают удар молнии, рекомендуют снабжать верхний конец прутков не острием, а выпуклой головкой. Это верно, что острия постепенно и бесшумно с бо́льшего расстояния притягивают электричество... но зато выпуклые головки станут с еще большего расстояния притягивать удар молнии. Есть опыт, который доказывает это. Возьмите изогнутую проволоку толщиной с гусиное перо и такой длины, чтобы можно было, когда один ее конец касается нижней части заряженной банки, другой конец подвести к самому шарику наверху провода, выступающего из банки. Пусть один конец этой проволоки снабжен выпуклой головкой, а другой постепенно сходит на острие. Если банку разряжать при помощи острого конца, то, чтобы получить искру, его придется подводить к банке значительно ближе, чем конец с выпуклой головкой. Кроме того, острия стремятся оттолкнуть частицы электризованного облака, тогда как выпуклые головки притягивают их ближе. Опыт с хлопковой пряжей, свисающей с электризованного тела, который я как будто показывал Вам, ясно доказывает это, если к пряже поочередно подносить острие и конец с выпуклой головкой.

Вы, как и многие наши заокеанские жители, видимо, высоко оцениваете значение этого открытия. В Англии же на него обращают

мало внимания, так мало, что, хотя прошло уже семь или восемь лет со времени предания его гласности, я не вижу здесь ни одного дома с установкой для защиты от молнии. Правда, неприятности, доставляемые молнией, случаются здесь не так часто, как у нас, и тот, кто занимается статистикой, наверное, считает, что по этой причине не происходит и одной смерти (или разрушения дома) на сотню тысяч случаев и что, следовательно, едва ли стоит производить какие-либо затраты, чтобы оградить себя от этой опасности...

Но ведь во всех странах есть здания, более других подверженные таким случайностям, и кое-кто настолько боится подобной случайности, что начинает чувствовать себя несчастным всякий раз, чуть только заслышит даже слабый раскат грома...

Поэтому было бы хорошо распространить эти небольшие новые знания как можно шире и разъяснить их как можно лучше, поскольку выгода от этого не ограничивается одной нашей безопасностью, а гарантирует еще и наше спокойствие. Удар молнии, от которого это изобретение нас спасает, случается, наверное, только раз в нашей жизни, но оно освобождает нас от мучительной тревоги сотни раз, и поэтому в последнем, видимо, можно усматривать больший вклад на благо человечества, чем в первом.

Ваши добрые пожелания и поздравления весьма любезны. Сердечно отвечаю Вам взаимностью.

Остаюсь с величайшим уважением и почтением, мой дорогой сэр, Ваш любящий друг и самый покорный и смиренный слуга

В. Ф.



ПИСЬМО XXII

Сообщение г-на Уильяма Мейна [32] *о результатах удара молнии в его пруток от 28 августа 1760 г. Индиан-ленд, Южная Каролина*

«...У меня была установка электрических заострений, состоящая из трех кусков толстой латунной проволоки с очень острыми серебряными наконечниками. Эти куски, длиной около семи дюймов каждый, были приклепаны на равном расстоянии друг от друга к железной гайке площадью около трех четвертей квадратного дюйма. Они расходились от гайки вверх веером, так что их вершины составляли правильный треугольник с расстоянием между ними в шесть или семь дюймов. Гайка была очень плотно навинчена на конец железного прутка диаметром немного более полдюйма, т. е. такой же толщины, как обычный пруток для занавесок. Пруток, составленный из нескольких кусков, соединенных друг с другом загнутыми в виде крючков концами, был прикреплен к печной трубе моего дома железными скобами. Заострения возвышались (*a*) на шесть—семь дюймов над трубой, а нижним концом пруток уходил отвесно на три фута в землю.

Так заострения стояли до прошлого вторника, когда около пяти часов вечера молния с сильным взрывом ударила в трубу и начисто срезала верхний конец прутка как раз под гайкой и, как я убежден, полностью расплавила заостренные куски проволоки, гайку и верхний конец прутка, так как никаких следов от них не удалось обнаружить, несмотря на самые тщательные поиски (*b*),

а верхушка остального прутка была покрыта слоем оплавленного металла. Молния прошла по прутку, не повредив его самого (*d*), но вырвав почти все скобы (*c*) и разогнув концы прутка в местах стыка. Внутренняя поверхность загнутых концов прутка была расплавлена (*e*) и как бы покрыта припоем... Сама труба почти нигде не пострадала (*f*), за исключением ее основания (*g*), где было вырвано несколько кирпичей (*h*) и где она почти кругом потрескалась. У конца прутка в земле были выбиты значительные углубления вокруг него, в большинстве своем на расстоянии в восемь—девять дюймов от основания. Она разбила также у одного угла дома нижнюю часть водостока (*i*) и вырыла большую яму в земле около углового столба. По другую сторону трубы молния вспахала в земле несколько борозд длиной по несколько ярдов. Молния проникла частично и внутрь трубы (*k*), сбив вниз только сажу и заполнив весь дом вспышкой (*l*), дымом и пылью. Она расшвыряла в нескольких местах землю в подполье (*m*) и разбила часть посуды в буфете (*n*). Медный чайник, стоявший на шестке, был смят, как если бы на него упало что-то очень тяжелое (*o*), а в его днище были проплавлены три отверстия диаметром около полдюйма (*p*). Более всего удивительным мне показалось то, что сам шесток под чайником нисколько не был поврежден, а дно чайника было вмято внутрь, как если бы молния ударила в него снизу вверх (*q*). Заслонка печи отлетела на середину комнаты (*r*). Чугунные козлы для дров в печи, чугунная подставка, индейский котелок, глиняный горшок и двойной треножник, находившиеся тогда в печи, нисколько не пострадали, хотя бо́льшая часть пода очага была сорвана (*s*). Дома во время грозы были свояченица, двое моих детей и прислуга-негритянка. Свояченица сидела рядом с одним из ребят на расстоянии около пяти футов от печи. Удар настолько их оглушил, что они ничего не увидели и не услышали. Негритянка же с другим ребенком на руках, сидевшая подальше от печи, заметила молнию и услышала взрыв. Хотя все были оглушены настолько, что пришли в себя только спустя некоторое время, однако с ними, благодаря богу, ничего более серьезного не случилось. В кухне, на расстоянии 90 футов, было много негров, причем все они слышали удар, а некото-

рые из них рассказывали мне, что примерно минуту спустя после удара до прутка нельзя было дотронуться, так как тот сильно нагрелся от удара».

Замечания

Изложенное выше ясное и толковое сообщение очень поучительно как в отношении понимания природы и результатов действия молнии, так и в отношении конструкции и применения устройства, предназначенного для предотвращения вредных последствий удара молнии... Подобно другим новым приборам, это устройство тоже было на первых порах несколько несовершенно. И здесь, как и в других случаях, усовершенствовать его нам должна будет помочь главным образом практика. Между прочим, в приведенном сообщении нет ничего такого, что говорило бы против применения подобного устройства. Ведь сообщение не только вскрывает недостатки последнего, но и позволяет наметить довольно простые пути для их устранения. А сама польза открытия вообще не вызывает никаких сомнений.

Одно назначение заостренного прутка заключается в *предотвращении* удара молнии (см. стр. 122, 150). Однако для того, чтобы лучше обеспечить это, заостренный конец следует располагать не слишком близко к верхушке трубы или к самой верхней части здания, где он прикрепляется; он должен возвышаться над ними не менее чем на пять или шесть футов. В противном случае он не сможет бесшумно отводить огонь (от тех облаков, которые плывут в воздухе между главной тучей и землей). Ведь опыт с прядью хлопка, подвешенной к наэлектризованному первичному проводнику, показывает, что если палец, представляющий собой тупой предмет, подвести к пряди снизу, то он растягивает хлопок, притягивая его нижнюю часть книзу; когда же к хлопку подводится конец иглы, хлопок подлетает к первичному проводнику. Этот эффект будет тем заметнее, чем дальше конец иглы выступает за конец пальца, причем, по мере втягивания острого конца иглы внутрь между большим и указательным пальцами, отмеченное воздействие все более ослабевает и сходит на

нет, когда над пальцем выступает всего лишь маленький кончик иглы. Теперь, как это видно из сообщения, заостренные проволоки у г-на Мейна возвышались всего (*a*) *на шесть—семь дюймов над трубой*, что с учетом размеров трубы и дома нельзя признать достаточным. Ведь огромная масса вещества вблизи заостренных концов мешает их легкому переходу в отрицательное состояние под действием отталкивания со стороны наэлектризованного облака, а они именно в отрицательном состоянии сильнее и обильнее всего притягивают электрическую жидкость от других тел и отводят ее в землю.

b) *Никаких следов проволок и т. д. не удалось обнаружить*. Это — обычное явление (см. стр. 152). Когда через проводник течет слишком большое для него количество электрической жидкости, то металл либо плавится, либо же превращается в дым и рассеивается, но когда проводник имеет достаточную толщину, жидкость проходит через него, не повреждая его. Именно так и были уничтожены три проволоки, тогда как пруток, к которому они были прикреплены, будучи более толстым, не пострадал, если не считать оплавленного конца, где они были навинчены. Нижние концы проволок при расплавлении слились с металлом верхнего конца прутка и покрыли его как бы припоем.

(*c*), (*d*), (*e*). Поскольку несколько звеньев прутка соединялись друг с другом только загнутыми в виде крючков концами, соприкосновение между последними было мало и ток, проходя через металл, ограниченный этими узкими проходами, расплавил часть металла, что и было обнаружено при осмотре внутренней поверхности каждого крючка. Когда металл расплавляется молнией, то обычно часть его взрывается; эти взрывы в местах соединений, видимо, и были причиной разгибания крючков и раскачивания большинства скоб в трубе. Отсюда мы заключаем, что целый пруток предпочтительнее составного.

f) *Сама труба почти нигде не пострадала*, так как молния прошла по прутку. Этот случай, наряду с другими, показывает, что второе и главное назначение прутков заключающееся в том, чтобы *проводить* молнию, оправдывается. Во всех известных до сих пор случаях

удара молнии в дома, защищенные прутками, молния ударяла в верхушку прутка, а не в какую-нибудь другую часть дома. Если бы молния ударила в не защищенную прутком трубу, то она, наверное, расколола бы ее сверху донизу, так как, судя по ее действию на пруток и проволоки, ее сила была очень велика, а нам известно, сколько труб было разрушено таким образом. Однако *труба не была повреждена, за исключением ее основания, где было вырвано несколько кирпичей и где она почти кругом потрескалась* (*f*), (*g*), (*h*). Отсюда мы узнаем основной недостаток этой установки. Нижний конец прутка уходил в землю всего только на три фута и не достигал почвенной воды или большой массы влажной земли, способной свободно поглощать подводимое прутком электричество. Поэтому электрическая жидкость, скопившаяся у нижнего конца прутка, вытекла из него у поверхности земли и разлилась в поисках других проходов. Часть ее избороздила поверхность и наделала в ней углублений, часть ушла в кирпичи фундамента и нижнюю часть водостока (*i*), которые, находясь около земли, обычно бывают влажными и которые были разрушены взрывом этой влаги (см. стр. 216). Часть ее прошла через фундамент или проникла под ним, пробравшись к поду печи, где взорвала бо́льшую часть кирпичей (*m*), (*s*) и произвела другие разрушения (*o*), (*p*), (*q*), (*r*). Чугунные козлы для дров в печи, чугунная подставка и чугунный котелок не пострадали, так как обладали достаточной прочностью. Они же, наверное, предохранили и двойной треножник. Медный чайник пострадал, так как был тонок. Не исключено, что во время удара молнии этот чайник стоял на взорванной части пода, хотя его и нашли потом на уцелевшей части пода. Этим объясняется как его смятие, так и расплавление.

Утверждение, что молния прошла вниз по внутренней стороне трубы (*k*), я считаю ошибочным. Если бы это было так, то, я думаю, молния захватила бы с собой нечто большее, кроме сажи, сорвав, быть может, облицовку и сбив вниз куски штукатурки и кирпичей. Сотрясения от взрыва на прутке было вполне достаточно для того, чтобы сбросить вниз много сажи. В отличие от воздуха, молния обычно проникает в дома не через проходы в дверях, окнах или печных

трубах. В силу своей природы молния притягивается предметами, являющимися проводниками электричества; она проникает в них и проходит внутри них, а если они проводят плохо, как, например, дерево, кирпич, камень или штукатурка, то молния при прохождении обычно разрушает их. Молния не прошла бы столь легко через воздух на пути от облака до здания, если бы этот проход не был облегчен обрывками облаков ниже главной тучи или падающим дождем.

В сообщении говорится, *что молния заполнила весь дом вспышкой* (*l*). Подобные выражения обычны в сообщениях об ударах молнии, из которых мы склонны заключить, что молния заполнила дом. На самом же деле наш язык нуждается в слове для обозначения света молнии в отличие от самой молнии. Когда молния ударяет в дерево на холме, то она заключена только в узкой полосе между облаком и деревом, в то время как свет от нее заполняет огромное пространство на много миль вокруг, и люди, находящиеся от нее на весьма далеком расстоянии, по привычке говорят, что «молния влетела в комнату через окна». Поскольку молния сама по себе чрезвычайно ярка, она не может при ударе в дом не осветить ярким светом каждую комнату в нем через окна, и, как я думаю, именно это и случилось в доме г-на Мейна. За исключением печи и поблизости от нее, молния по упомянутым выше причинам нигде в доме больше не была... Таким образом, слово *вспышка* означает всего-навсего только *свет* молнии... Не понимая этой разницы, люди часто полагают, что существует особый вид молнии без грома. На самом деле громкий взрыв, наверное, сопровождает в тот же самый миг всякую вспышку молнии, но поскольку скорость звука меньше скорости света, часто до нас звук доходит спустя несколько секунд после того, как мы увидели свет. А поскольку звук распространяется не так далеко, как свет, мы иногда видим свет на расстоянии слишком большом, чтобы услышать звук.

(*n*) Однако разбитая посуда в буфете может, повидимому, свидетельствовать о том, что молния попала туда. Но так как в сообщении ничего не говорится о повреждении какой-либо части буфета

или стен дома, я склонен приписать это сотрясению воздуха или всего дома от взрыва.

Итак, я полагаю, что дом и его обитатели были спасены прутком, хотя удар и разбил его на составные звенья. А если бы пруток был сплошным и был бы закопан глубже или отведен под землей подальше от фундамента, то упомянутые небольшие разрушения (за исключением расплавления концевых проволок) не имели бы места.



ПИСЬМО XXIII

Госпоже С. . . н, Уонтстед

20 сентября 1761 г.

Мой дорогой друг,

Действительно, как Вы изволили заметить при нашей последней беседе, принято считать, что *все реки впадают в море*. Подвергать сомнению это утверждение было бы своего рода дерзостью с риском стать предметом осуждения. Но ради истины приходится идти и на риск. А если выдвинуть свои возражения, пусть ошибочные, скромно, то порицать нас за это будут менее строго, чем если мы будем не только ошибаться, но и еще к тому же вести себя дерзко.

Что некоторые реки впадают в море, — это не вызывает никакого сомнения: Амазонка, например, и, мне думается, Ориноко и Миссисипи. Доказательством этому служит их пресноводность до самого моря и даже несколько дальше вглубь его от устья. Мы же ставим другой вопрос, а именно: доносят ли куда-нибудь в море пресную воду те реки, чье русло наполняется соленой водой далеко вверх от моря (например, Темза, Делавэр и реки, соединяющиеся с Чесапикским заливом в Виргинии). А так как я подозреваю, что они этого не делают, то позволю себе ознакомить Вас со своими доводами или, если их нельзя считать доводами, то хотя бы со своими представлениями по этому вопросу.

Реки обычно пополняются ручьями, которые образуются от дождя, пропитавшего землю. Слияние нескольких ручьев образует реку. Воды в своем течении, подвергаясь воздействию солнца, воздуха и

ветра, непрерывно испаряются. Поэтому путешествуя, часто узнаешь, где течет река, по длинной голубоватой дымке над ней, хотя саму ее из-за дальности расстояния и не видно. Количество этого испарения бывает бо́льшим или меньшим соразмерно тому, какую одно и то же количество воды имеет поверхность, которая подвергается воздействию названных источников испарения. Пока река в верховье вьется узкой лентой, сжатой с боков горами и холмами, испарению открыта только небольшая поверхность воды, которая, по мере расширения реки, все более возрастает. Если река, как это иногда бывает, впадает в озеро, там ее воды разливаются настолько широко, что испаряемое количество воды сравнивается с ее общим притоком из всех впадающих в озеро рек и ручьев, и поэтому озеро никогда не выходит из своих берегов. . . Если бы сделать так, чтобы река, вместо впадения в озеро, протекала дальше, образуя поверхность, равную всему зеркалу озера, то величина испарения сохранилась бы прежней, а река превратилась бы тогда в канал. Несведущим людям свойственно предполагать в подобных случаях, что река уходит под землю, тогда как на самом деле она уходит в воздух.

Многие реки, соединяющиеся с морем, сильно расширяются еще до того, как они достигают моря, главным образом не за счет притоков, а за счет противодействующего их течению подпора со стороны приливов, которые дважды в сутки поворачивают их вспять и вызывают расширение их русла в низинной местности. Это приводит к такому усилению испарения пресной воды, что в некоторых реках оно сравнивается с ее поступлением из всех источников. В подобных случаях соленая вода поднимается вверх по реке и встречается с пресной там, где река, как бы прегражденная стенкой или наносом земли от одного берега до другого, образует озеро, уровень воды в котором бывает выше или ниже в зависимости от времени года, но общее испарение с поверхности которого всегда равно поступлению воды в него.

Когда сообщение между пресной и соленой водой ничем не преграждено, разделяющую их стенку можно представить себе подвижной, т. е. перемещающейся на несколько миль вверх по реке во время

каждого прилива и спускающейся на то же расстояние вниз по течению при отливе, причем участок, где происходят эти колебания, перемещается ближе к морю в период дождей, когда источники и ручьи в верховьях пополняются за счет выпадения осадков и приводят к разливу рек, и удаляется от моря в периоды засухи.

В пределах нескольких миль вверх и вниз от этой подвижной линии раздела пресные воды несколько перемешиваются с солеными то ли благодаря своему перемещению туда и сюда, то ли благодаря большему удельному весу соленой воды, которая опускается вниз, тогда как пресная, будучи легче, течет поверху соленой воды.

Найдите на карте Северной Америки упоминавшийся выше Чесапикский залив в Виргинии, и Вы увидите, что с этим заливом соединяются устья больших рек Саскуиханны, Потомака, Раппаханнока, Иорка и Джемса, помимо ряда меньших рек, каждая из которых не меньше Темзы. Для того чтобы подсчитать, сколько воды вливает та или иная река в данный момент времени в море, философы предлагают измерить глубину реки и быстроту течения в любом месте выше того места, куда доходит прилив, например около Кингстона или Виндзора для Темзы. Но можно ли представить себе, чтобы вся эта вода громадных рек, вливаясь в море, не вытеснила бы вначале соленую воду из этого узкого залива и не заполнила бы его пресной водой? Для этого было бы достаточно воды одной Саскуиханны, если бы не было ее потерь вследствие испарения. Но тем не менее вода в этом заливе соленая вплоть до Аннаполиса.

Что касается нашего другого вопроса о неодинаковой способности тканей различной окраски к поглощению теплоты солнечных лучей, то, поскольку я не мог найти и послать Вам записи моего опыта, мне придется изложить его по памяти, насколько мне это удастся.

Но прежде позвольте мне сослаться на опыт, который Вы легко сможете провести сами. Погуляйте с четверть часа по саду при свете солнца в платье наполовину белом и наполовину черном, а затем ощупайте рукой обе эти половины и Вы почувствуете, что они нагре-

лись далеко не одинаково. Темная ткань нагревается довольно значительно, тогда как светлая остается прохладной.

Далее. Попробуйте поджечь бумагу зажигательным стеклом. Если бумага белая, то зажечь ее будет не легко, если же фокус навести на темное пятно или на письменные или печатные буквы, то бумага здесь немедленно загорится.

Так, сукновалы и красильщики знают, что темная ткань при одинаковой толщине и влажности с белой сохнет на солнце значительно быстрее как лучше прогреваемая солнечными лучами. То же самое происходит и перед пламенем, тепло от которого, быстрее проникая через темные чулки, чем через светлые, может сильнее обжечь голени. Пиво также быстрее нагревается перед огнем в черной кружке, чем в белой или в светлой серебряной посуде.

Я ставил опыт следующего рода. Взяв несколько квадратных кусочков бумажной ткани различного цвета из каталога портновских образцов (черный, темносиний, светлосиний, зеленый, пурпурный, красный, желтый, белый и др.), я разложил все их ярким солнечным утром на снегу. Через несколько часов (сейчас я уже не могу точно сказать через сколько) черный образец, нагретый солнцем больше других, утонул в снегу столь глубоко, что до него уже не доставали солнечные лучи. Темносиний образец погрузился в снег почти так же глубоко, как и черный; светлосиний по сравнению с темносиним меньше, а другие образцы оседали в снегу все меньше и меньше по мере того, как их цвет приближался к светлому, а самый белый образец так и остался на поверхности снега.

Разве то, что имеет значение для философии, не может пригодиться на практике? Нельзя ли нам отсюда сделать вывод, что темное платье по сравнению с белым менее пригодно для носки в жарких солнечных странах, потому что в такой одежде организм человека будет при ходьбе на открытом воздухе больше нагреваться солнцем, и это тепло в дополнение к согреванию при ходьбе может оказаться весьма опасным для слабых? Не следует ли солдат и моряков, призванных нести строевую службу под лучами солнца гденибудь в Ост- или Вест-Индии, одевать в светлое обмундирование?

Не должны ли мужские и дамские летние шляпы делаться из белого материала для отражения того тепла, которое у многих вызывает головную боль, а некоторым причиняет даже роковой удар, называемый французами Coup de soleil. Не нужно ли, к тому же, подкладку летних дамских шляп делать из темной ткани, чтобы она не отражала на их лица лучей, которые отражаются вверх от земли или воды? Между прочим, вкладывание белого колпака из бумаги или ткани внутрь черной шляпы, как это некоторые делают, не спасает от тепла, но если этот колпак надеть на нее снаружи, то это даст свои результаты. Не станут ли фрукты с затемненной кожицей настолько прогреваться солнцем в течение дня, что они и ночью сохранят тепло, предохраняющее их от заморозка или способствующее их созреванию? И не сможет ли все это приносить бо́льшую или меньшую пользу в разных других случаях, которые порой способен отыскать пытливый ум?

Остаюсь любящий Вас

В. Франклин.



ПИСЬМО XXIV

О молнии и способе (теперь применяемом в Америке) защиты от нее зданий и людей

На первых порах опыты с электричеством зародили у философов подозрения, что субстанция молнии представляет собой не что иное, как электрическую субстанцию. Последующие опыты по извлечению молнии из облаков заостренными прутками и отводу ее в банки, подвергавшиеся тщательному исследованию, доказали, что подобные подозрения имели под собой надежную почву и что какие бы свойства мы ни находили в электричестве, они оказывались присущими и молнии.

Эта субстанция молнии или электричества представляет собой чрезвычайно тонкую жидкость, проникающую в другие тела и существующую в них в равномерно рассосредоточенном состоянии.

Если тем или иным искусственным или естественным путем в одном теле создать больше этой жидкости, чем в другом, то тело с бо́льшим ее содержанием передает ее телу с меньшим содержанием до тех пор, пока относительное содержание этой жидкости в обоих телах не выравнится, что возможно, однако, при условии не слишком большой удаленности этих тел друг от друга или, в ином случае, только при наличии надлежащих проводников, по которым эта жидкость передается от одного тела к другому.

Если перетекание электрической жидкости происходит через воздух без помощи какого-либо проводника, то между телами возникают яркий свет и звук. В наших небольших опытах мы называем этот

свет и звук электрической искрой и треском, но для больших природных масштабов этот свет мы называем молнией, а звук (рождающийся одновременно, но обычно доходящий до наших ушей позднее, чем свет до наших глаз) вместе с его эхом называется *громом.*

Если передача этой жидкости происходит по проводнику, она может протекать без возникновения света и звука, так как эта тонкая жидкость проходит в веществе проводника.

При прохождении через достаточно хороший и большой проводник эта жидкость не повреждает последний. В иных случаях проводник повреждается или уничтожается.

Все металлы и вода — хорошие проводники... Другие тела могут стать проводниками при наличии в них некоторого количества воды, как, например, дерево и другие строительные материалы; но без достаточного содержания воды в себе они не могут быть хорошими проводниками и поэтому при прохождении через них электричества часто повреждаются.

Стекло, воск, шелк, шерсть, волос, перо и даже дерево, когда они совершенно сухи, не являются проводниками, т. е. они не способствуют, а сопротивляются прохождению этой тонкой жидкости.

Когда эта жидкость имеет возможность проходить через два проводника, один достаточно просторный и хороший, например металл, а другой похуже, то она проходит через лучший проводник и следует по нему в любом направлении.

Расстояние, при котором заряженное этой жидкостью тело мгновенно разряжается, ударяя через воздух в другое, не заряженное или менее заряженное тело, изменяется в зависимости от количества жидкости, размеров и формы самих тел и состояния воздуха между ними... Это расстояние, чем бы ни было заполнено пространство между любыми двумя телами, называется их разрядным расстоянием, поскольку, пока они не сблизятся на это расстояние, никакого удара не последует.

Облака часто содержат жидкость в большем количестве, чем земля, В подобных случаях, как только они достаточно приблизятся к земле (т. е. подойдут на разрядное расстояние) или встретятся с провод-

ником, жидкость покидает облака и ударяет в землю. Облако, полностью заряженное этой жидкостью, если оно находится за пределами разрядного расстояния, проходит без шума и света, если только не встретится с другими менее заряженными облаками.

Высокие деревья и строения, вроде башен и церковных шпилей, иногда становятся проводниками между облаками и землей, но, не будучи достаточно хорошими проводниками, т. е. пропуская жидкость не вполне свободно, они часто разрушаются.

Строения, крыши которых покрыты свинцом или другим металлом, с металлическими водосточными трубами от крыши до почвы, никогда не повреждаются молнией, так как при ударе в такое строение молния проходит по металлу, а не через стены.

Когда в пределах разрядного расстояния от таких облаков оказываются иные строения, жидкость проходит через их стены, деревянные кирпичные или каменные, минуя их только тогда, когда встречает на своем пути лучшие проводники возле этих стен, вроде металлических стержней, болтов и оконных или дверных петель, позолоты на стенных панелях или картинных рамах, амальгамы на задней стороне зеркал, звонковой проволоки и живых существ, содержащих в себе жидкие соки. При прохождении через дом эта жидкость следует по направлению подобных проводников, охватывая их на своем пути в таком количестве, в каком они способны помочь ей в прохождении по прямой или ломаной линии с перескоком с одного проводника на другой, если те не слишком удалены друг от друга, и разрушает стены в тех местах, где эти отдельные хорошие проводники отстоят слишком далеко друг от друга.

Железный пруток, проходящий снаружи здания от наиболее высокой его точки вниз до влажной земли любым прямым или изогнутым способом, следуя форме крыши или других частей здания, воспримет молнию своим верхним концом, притянув ее так, чтобы не допустить ее удара в любую другую часть здания, и, предоставив молнии хороший проход в землю, предотвратит разрушение ею какой-либо части здания.

Установлено, что небольшое количество металла способно провести огромное количество этой жидкости. Известен случай, когда проволока не толще гусиного пера пропустила (без вреда для здания на своей длине) такую молнию, которая произвела громадные разрушения как выше, так и ниже этой проволоки. Не исключено, что можно обойтись и без более толстых прутков, хотя в Америке обычно пользуются прутками диаметром в полдюйма и даже иногда в три четверти дюйма или в полный дюйм.

Пруток можно прикреплять к стене, трубе и т. п. железными скобами... Молния не уйдет из прутка (хороший проводник), чтобы перейти в стену (плохой проводник) через эти скобы... Молния, если бы она шла в стене, перешла бы, пожалуй, из нее в пруток, чтобы легче пройти по этому проводнику в землю.

В случае очень большого по высоте и площади здания для вящшей безопасности можно устанавливать в разных его местах по два—три прутка.

Небольшие обрывки облаков, находящиеся в воздухе между главной тучей и землей (подобно листочкам позолоты при электрических опытах), часто служат молнии частичными проводниками, по которым она проходит от одного к другому и при их помощи подходит на разрядное расстояние к земле или зданию. Поэтому она ударяет через подобные проводники в здание, которое в противном случае должно было бы находиться за пределами разрядного расстояния.

Длинные заостренные прутки, сообщающиеся с землей, при надлежащем их положении по отношению к таким промежуточным облакам бесшумно отводят от них жидкость, которой они заряжены. Тогда эти облака притягиваются тучей и могут таким образом удалиться на расстояние, которое станет больше разрядного.

Поэтому мы устанавливаем пруток так, чтобы его верхний конец на шесть-восемь футов возвышался пад самой высокой точкой здания, делая его постепенно суживающимся до тонкого острия, которое золотят, чтобы предотвратить ржавление.

Заостренный таким образом пруток либо предотвращает удар молнии из облака, либо же при ударе отводит его в землю без ущерба для здания.

Нижний конец прутка должен уходить в землю настолько,,чтобы достичь влажного грунта, возможно на глубину в два или три фута. А если пруток изогнуть так, чтобы он отходил под землей в горизонтальном направлении на расстояние в шесть — восемь футов наружу от фундамента и затем снова изгибался вниз на три — четыре фута, то он предохранит от повреждения любую часть кладки фундамента.

Лицо, опасающееся молнии и находящееся во время грозы в не совсем надежном доме, поступит хорошо, избегая садиться около камина, зеркала или любой позолоченной картины и панели. Безопаснее всего сесть в кресло посреди комнаты, положив свои ноги на другое (только не под металлической люстрой, спускающейся с потолка на цепи). Еще безопаснее положить два — три матраца или перины на середине комнаты, сложить их вдвое и водрузить на них кресло, и, поскольку те проводят хуже стен, молния не может пойти по ломаному пути через воздух комнаты и матрацы, если она имеет лучший и сплошной проводник в виде стены. Там, где это возможно, следует подвесить на шелковых шнурах на равном расстоянии от стен, пола и потолка, гамак или подвесную кровать, что даст самое надежное укрытие, которое только можно создать в комнате и которое действительно может считаться совершенно безопасным от удара молнией.

В. Ф.

Париж, сентябрь 1767 г.



ПИСЬМО XXV

Извлечение из письма Дж. У. [33], *профессора физики в Кембридже, Новая Англия*

6 января 1768 г.

«... Я прочел в «Философских трудах» сообщение о последствиях удара молнии в колокольню собора Богородицы. Удивительно, как после данного Вами столь полного доказательства тождественности молнии и электричества, а также могущества металлических проводников, они посмели думать о ремонте этой колокольни без установки подобных проводников. Как все-таки велика сила предрассудков даже в наш век глубоких познаний и свободы исследований?»

Ответ на вышеизложенное

... Быть может, не столь уж это необычно, что неграмотные люди, вроде наших рядовых прихожан, еще не знают и не понимают пользы металлических проводников в деле предотвращения ударов молнии и защиты наших домов от ее разрушительного действия или что они все еще предубеждены против использования таких проводников, когда нам известно, что даже философы — люди большой учености и изобретательности — способны столь подолгу выступать против нового открытия, если оно опровергает их предвзятые мнения, и что люди упорно цепляются за рутину, признающую их предрассудки, да еще ожидают от этого какой-то пользы, хотя повседневная практика доказывает бесплодность старого. Последний труд аббата

Нолле, напечатанный в прошлом году в Ученых записках Французской Академии наук, являет собой яркий тому пример. Хотя сами его описания последствий от ударов молнии в ряд церквей и других зданий ясно говорят о том, что молния проходила из одной части здания в другую по проволокам, позолоте и другим металлическим предметам, находившимся внутри здания или соединенным с ним, он в той же самой статье возражает против установки металлических проводников *снаружи* здания, как бесполезных и опасных *. Он не советует людям звонить в церковные колокала во время грозы, чтобы молния па своем пути в землю не прошла черех них по веревкам от колоколов **, которые являются всего лишь плохими проводниками, но в то же время сам выступает против установки снаружи колоколен металлических прутков, которые, как известно, являются значительно лучшими проводниками и через которые молния безусловно предпочтет пройти скорее, чем через сухую пеньку. И хотя

* Notre curiosité pourroit peut-être s'applaudir des recherches qu'elle nous a fait faire sur la nature du tonnerre, & sur la mécanisme de ses principaux effets, mais ce n'est point ce qu'il y a de plus important; il vaudroit bien mieux que nous puissions trouver quelque moyen de nous en garantir: on y a pensé; ou s'est même flatté d'avoir fait cette grande découverte; mais malheureusement douze années d'épreuves & un peu de réflexion, nous apprennent qu'il ne faut pas compter sur les promesses qu'on nous a faites. Je l'ai dit, il y a long temps, & avec regret, toutes ces pointes de fer qu'on dresse en l'air, soit comme *électroscopes*, soit comme préservatifs, sont plus propres à nous attirer le feu du tonnerre qu'à nous en préserver; & je persiste à dire que le projet d'épuiser une nuée orageuse du feu dont elle est chargée, n'est pas celui d'un physicien. *Mêmoire sur les Effets du Tonnerre.*

** Les cloches, en vertu de leur bénédiction, doivent écarter les orages & nous préserver des coups de foudre; mais l'église permet à la prudence humaine le choix des momens où il convient d'user de ce préservatif. Je ne sais si le son, considéré physiquement, est capable, ou non, de faire crever une nuèe, & de causer l'épanchement de son feu vers les objets terrestres; mais il est certain & prouvé par l'expérience, que la tonnerre peut tomber sur un clocher, soit que l'on y sonne ou que l'on n'y sonne point; & si cela arrive dans le premier cas, les sonneurs sont en grand danger, parce qu'ils tiennent des cordes par lesquelles la commotion de la foudre peut se communiquer jusqu'à eux: il est donc plus sage de laisser les cloches en repos quand l'orage est arrivé au-dessus de l'église. *Ibid.*

в последнее тысячелетие римская церковь торжественно освящает колокола * в надежде на то, что звон подобных освященных колоколов угонит прочь бури, защитив здания от удара молнии, все это длительное время практика показывает, что места в пределах слышимости этих освященных колоколов ничуть не безопаснее тех мест, в которых эти колокола никогда не были слышны. Наоборот, молния как будто выбирала именно эти колокольни и как раз тогда, когда звонили колокола **. И вопреки всему этому, римская церковь попрежнему освящает новые колокола и звонит в старые во время грозы... Казалось бы, пора уже прибегнуть к какому-нибудь новому трюку..., а ведь в пользу нашего изобретения говорит (какие бы опровержения этого ни приводились вышеупомянутым талантливым философом) более чем двенадцатилетняя практика, за время которой из огромного числа домов в Северной Америке, снабженных железными прутками, ни один не пострадал от молнии сколько-нибудь серьезным образом, а ряд домов, несомненно, был спасен ими, тогда как за это же время в самых разных местах много домов, церквей, складов, кораблей и т. п., не имевших подобной защиты, было сильно повреждено, разрушено или сожжено молнией. Воз-

---

* Suivant le rituel de Paris, lorsqu'on bénit des cloches, on récite les oraisons suivantes: *Benedic, Domine... quotiescumque sonuerit, procul recedat virtus insidiantium, umbra phantasmatis, incursio turbinum, percussio fulmiaum, loesio tonitruum, calamitas tempestatum, omnisque spiritus procellarum, etc.*

Deus, qui per beatum Noïsen, etc... procul pellentur incidioe inimici, fragor grandinum, procella turbinum, impetus tempestatum temperentur infesta tonitrua, etc.

Omnipotens sempiterne Deus, etc... ut ante sonitum ejus effugentur ignita jacula inimici, percussio fulminum, impetus lapidum, loesio tempestatum, etc.

** En 1718. M. Deslandes fit savoir à l'Académie Royale des sciences, que la nuit du 14 ou 15 d'Avril de la même année, le tonnerre étoit tombé sur vingt-quatre églises, depuis Landernau jusqu'à Saint Pol-de-Léon en Bretagne; que ces églises étoient précisément celles où l'on sonnoit, & que la foudre avoit épargné celles où l'on ne sonnoit pas: que dans celle de Guisnon, qui fut entièrement ruinée, le tonnerre tua deux personnes de quatre qui sonnoient, &c. *Hist. de l'Ac. Roy. des Sc. 1719.*

можно, что наши англиканские прихожане мало знакомы с этими фактами, в противном случае им, как хорошим протестантам, не верящим в освящение колоколов, было бы еще менее простительно пренебрегать этим средством защиты своих храмов и людей, которые могут оказаться там во время грозы, особенно поскольку эти строения из-за своей высоты подвержены опасности удара молнии больше, чем наши обыкновенные жилые дома.

У меня нет ничего нового сообщить Вам из области философии, кроме нижеследующего. Когда в прошлом году мне довелось быть в Германии, там я видел необычный стеклянный прибор в виде наполовину заполненной водой трубки, около восьми дюймов длиной и диаметром в полдюйма, заканчивающейся на концах герметическими пустотелыми шарами — один диаметром почти в дюйм, а другой в полтора дюйма. Если один конец прибора держать в руке, а другой приподнять немного выше, то из конца, который находится в руке, к другому концу устремится непрерывный поток больших пузырьков.

Это сильно поражало меня, пока я не узнал, что пространство, не заполненное водой, не содержит и воздуха, а заполнено либо тончайшим незримым паром, непрерывно поднимающимся от воды, подверженным крайнему разрежению при самом малейшем нагревании на одном конце и конденсирующимся опять на другом конце при малейшем охлаждении, либо же жидкостью самого огня, которая, уходя из руки, проникает через стекло и силой своего расширения сжимает воду до тех пор, пока эта жидкость может проходить между водой и стеклом в другой конец, где она через стекло снова проходит в воздух. Я, пожалуй, склонен придерживаться первой версии, но все же сомневаюсь в выборе между ними. Один здешний искусный мастер, некий г-н Нэрн, занимающийся изготовлением математических приборов, сделал по моему образцу ряд таких стеклянных приборов, несколько усовершенствовав их, так что приборы его изготовления значительно превосходят привезенные мною из Германии. . .

Я просверлил очень маленькое отверстие в нижней части рамы своего окна, через которое в зимнее время постоянно проникало

немного холодного воздуха, в то время как воздух в комнате, которая ежедневно отапливалась, был теплее. У этого отверстия я приспособил верхним концом один из стеклянных приборов, изготовленных г-ном Нэрном. Тогда, к большому удивлению даже искушенных в философии наблюдателей, из другого, более теплого конца прибора стали подниматься пузырьки непрерывной чередой и днем и ночью. Каждый выпущенный пузырек бывал больше того, из которого он выходил, и, несмотря на это, последний не уменьшался. Соединяясь с пузырьком на другом конце, вышедший с первого конца пузырек не увеличивал его, что кажется весьма парадоксальным... Если шары на каждом конце прибора сделать больше, а соединительную трубку взять очень узкой и изогнуть ее концы под прямым углом так, чтобы шары на концах трубки были направлены в одну сторону от трубки, и если держать ее шарами вверх, то вода в том шаре, который держится в руках, будет сжиматься и станет бить фонтанчиком в другом. Когда вся вода перейдет в другой шар, она закипает, как если бы через нее пропускали пар, а в тот же самый миг шар в руке заметно холодеет.

Этот курьезный опыт был открыт и впервые показан мне г-ном Нэрном. Здесь есть что-то общее с древнейшим наблюдением, упоминаемым, как мне думается, Аристотелем и гласящим, что дно кипящего горшка не бывает горячим... Быть может, данный опыт поможет разобраться в этом явлении, если оно на самом деле имеет место... Когда вода спокойно стоит на одном уровне в обоих этих шарах, то при смачивании одного из них пером, обмакнутым даже в одинаково нагретый с водой в шарах спирт, похолодание, вызванное испарением спирта, со смоченного шара, настолько конденсирует пар над водой в этом шаре, что вода из другого шара будет вытеснена в первый шар, за чем последуют пузырьки, пока весь спирт не испарится. Возможно, что наблюдения за этими небольшими приборами могут подсказать какие-нибудь полезные применения. Предполагается, что объем воды при ее превращении теплотой в пар увеличивается только в четырнадцать тысяч раз. Говорят, что на этом принципе начинают строить наши машины для подъема воды огнем. Но если

такой пар способен к дальнейшему неограниченному разрежению путем нагревания сосуда с паром (как это делалось вначале с сосудом, содержащим воду), то, наверное, можно будет получать значительно большую силу при небольших дополнительных затратах. Возможно также, что сила воды, легко перемещающейся при самом слабом нагреве от одного конца подвижного балансира (подвешенного за середину, подобно весам) к другому, может быть с успехом использована для некоторых механических назначений. . .

Остаюсь и пр. В. Ф.



ПРИЛОЖЕНИЯ

Б. С. СОТИН

ЖИЗНЬ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕНИАМИНА ФРАНКЛИНА

Имя Вениамина Франклина пользуется заслуженной известностью не только на его родине — в Соединённых Штатах Америки, но и далеко за ее пределами. Благодаря своим разносторонним талантам и выдающейся общественной, литературной и научной деятельности Франклин занял одно из первых мест в ряду замечательных людей мира. Будучи передовым человеком, обладая незаурядным умом и необыкновенной энергией, Франклин выступил борцом за демократические свободы и независимость родины, и немало способствовал развитию общественного самосознания и достижению победы в неравной борьбе северо-американских колоний с метрополией — Англией. Научная деятельность Франклина (и особенно его классические труды по физике) составила яркую страницу в истории развития наших знаний о природе.

Франклин вышел из народа. Его отец, мелкий ремесленник, в поисках заработка переселился из Англии в Новую Англию, как тогда называли северо-восточную часть нынешних Соединенных Штатов. Здесь, в Бостоне, 17 января 1706 г. у него и родился сын Вениамин, который был пятнадцатым ребенком в семье. Вениамин Франклин узнал нужду с первых же лет жизни. Проучившись два года в школе, десятилетний мальчик вынужден был зарабатывать на пропитание собственным трудом. Сначала он помогал отцу в его мастерской сальных свечей, затем поступил на работу к одному из братьев, владельцу типографии. По заключенному на девять лет контракту Вениамин в течение восьми лет обязан был работать учеником, не получая никакого вознаграждения.

В типографии брата Франклин быстро освоил полиграфическую технику и выполнял самые различные работы вплоть до починки станков и отливки шрифтов. Свободные от работы часы он посвящал чтению и самообразованию, основательно изучил грамматику и арифметику, познакомился с риторикой, логикой и началами географии. Много времени он уделял упражнению в письме и совершенствованию стиля.

Когда Франклину исполнилось 15 лет, брат его начал издавать газету — одно из первых периодических изданий в Америке. Франклину в этом деле поручили самую скромную роль разносчика. Вскоре, однако, молодой разносчик решил сам попробовать силы в публицистике. Боясь неудачи, он тайно подбросил в редакцию написанную им статью, которую нашли заслуживающей внимания и опубликовали. За первой статьей последовали другие, возбудившие интерес к их скрывавшемуся автору. Велико же было удивление, когда, наконец, открылось его имя! Незаметный дотоле разносчик газеты сразу приобрел известность среди местной интеллигенции. Но этот первый быстрый успех принес Франклину и немало огорчений. К далеко не родственным отношениям, сложившимся между ним и братом-хозяином, примешалось теперь чувство зависти, сделавшее положение Франклина в типографии совершенно невыносимым. Воспользовавшись случаем, он расторгнул контракт и в поисках работы направился из Бостона в Нью-Йорк, а оттуда в Филадельфию. Голодный и оборванный вступил Франклин в этот город, где ему впоследствии суждено было стать первым человеком и где доныне гордятся своим прославившимся на весь мир гражданином.

В Филадельфии Франклину посчастливилось: его приняли в одну из типографий, и положение его несколько улучшилось. На свое скромное жалованье он мог теперь покупать даже книги.

Со временем Франклин приобрел репутацию квалифицированного печатника. Он все чаще подумывал об открытии с кем-нибудь на паях собственной типографии. Найдя, наконец, компаньона, он в 1725 г. отправился в Лондон за оборудованием и пробыл там около восемнадцати месяцев. Хотя из-за недостатка средств закупки

произвести и не удалось, все же поездка оказалась для Франклина весьма полезной. Он установил знакомства в литературных, научных и светских кругах Англии и самым тщательным образом изучил все новинки типографской техники. Возвратясь в Филадельфию, Франклин с успехом применил приобретенные знания. Он снова занялся печатным делом и вскоре осуществил свою мечту — открыл собственную типографию.

Но предпринимательская деятельность не могла удовлетворить Франклина, отличавшегося широтой взглядов и интересов. По мере достижения материального благополучия он получал возможность все больше времени уделять науке и общественным делам, в чем он видел свое подлинное призвание.

Познакомившись с молодыми филадельфийцами, интересовавшимися литературой и занимавшимися самообразованием, Франклин предложил им собираться в свободное время, устраивать общие чтения и обсуждать прочитанное. Во время таких собеседований Франклин обнаруживал столь большой ум и глубокие познания, что слух о нем и его способностях распространился по всей Филадельфии. Этим любительским встречам Франклин постарался придать организованный характер, и в 1727 г. образовал клуб, получивший название «Юнта». Это было одним из первых общественных начинаний Франклина. Каждую пятницу (у кого-нибудь на квартире, в таверне или просто на открытом воздухе) собирались члены этого клуба, чтобы обсуждать различные вопросы нравственности, политики, науки. Участников клуба интересовало, «откуда появилась росинка на внешней поверхности сосуда с крышкой, наполненного летом холодной водой», «существует ли потребность введения бумажных денег» и многое другое.

Для того чтобы деятельность этого клуба была свободной от всяких условностей, создаваемых предрассудками, вступавшие в него должны были давать обещание уважать своих товарищей, не взирая на их вероисповедание или профессиональную принадлежность, и строго следить, чтобы ни одному из них не был нанесен ущерб за его убеждения, за приверженность к тому или иному мнению.

Кроме того вступавшие должны были заявить, что они любят истину ради истины и будут беспристрастно искать и распространять ее.

Влияние, которое стал приобретать Франклин в Филадельфии, значительно возросло и расширилось, когда он выступил на поприще публициста и издателя собственной газеты, названной им «Пенсильванская газета». В своих брошюрах и газетных статьях, остроумных и иронических, Франклин отзывался на все важные события, волновавшие тогдашнее общество. Его еженедельная газета имела громадный успех.

Наряду с газетой Франклин в течение почти трех десятков лет выпускал периодическое издание, называвшееся «Альманах бедного Ричарда». Альманах, предназначавшийся для самых широких кругов читателей и представлявший собой нечто вроде календаря, наполненного всевозможными заметками и полезными практическими сведениями и советами, пользовался исключительным спросом и сделал имя его издателя еще более популярным в Америке.

Одновременно с публицистической и издательской деятельностью Франклин принимал участие в создании бумажных фабрик, печатал по заказам правительства денежные знаки и открывал печатные конторы в других городах Америки.

По инициативе Франклина была создана в 1731 г. первая в колониях публичная библиотека. Первоначально она возникла в клубе «Юнта», члены которого обменивались своими собственными книгами. Затем они стали проводить в своем клубе регулярные сборы денежных средств на покупку книг. Так, мало-помалу появилась и оформилась библиотека, положившая начало созданию других американских публичных библиотек, существующих на денежные взносы читателей. Основанная Франклином филадельфийская библиотека существует и поныне и является одним из самых замечательных книгохранилищ Соединенных Штатов.

Авторитет Франклина продолжал расти. Сограждане избрали Франклина секретарем Собрания провинции Пенсильвания (позже — членом этого Собрания, а также членом городского совета Филадельфии). Кроме того ему была предложена должность директора почт.

На этих постах Франклин показал себя в высшей степени деятельным и добросовестным человеком. Почтовая служба в Пенсильвании была приведена в столь образцовое состояние, что английское правительство решило передать в ведение Франклина все почты английских колоний в Америке, и он долго исполнял обязанности генерал-почтмейстера.

В качестве секретаря провинциального собрания, а потом члена городского совета Франклин особое внимание уделял благоустройству Филадельфии и созданию общественно полезных учреждений. Значительно улучшился внешний вид города: появились тротуары, мостовые, освещение, была введена специальная гражданская повинность для поддержания общественного порядка и несения ночной караульной службы, была сформирована из горожан вольная пожарная команда для борьбы со страшным бедствием того времени — пожарами.

Большое значение придавал Франклин улучшению дела общественного просвещения. В Америке тогда почти не было школ, превышавших по своим программам школы начального обучения, и желавшие продолжать образование вынуждены были уезжать в Англию. Поэтому население Пенсильвании единодушно откликнулось на объявленную Франклином подписку для устройства в Филадельфии высшего учебного заведения, получившего название *академии*. Денег было собрано вполне достаточно, чтобы построить для *академии* роскошное здание и организовать учебный процесс. Так в Америке был создан один из первых университетов, попечителем которого до самой смерти оставался Франклин.

Другим гуманным начинанием Франклина было устройство первой в Америке общественной больницы, на что он истратил немалую часть своего состояния.

В 1743 г., намереваясь оживить деятельность клуба «Юнта», Франклин напечатал свое «Предложение о распространении полезных знаний среди британских колоний в Америке», в котором выдвинул идею организации из наиболее способных к наукам людей американского философского общества. Центром деятельности общества Франклин предлагал сделать Филадельфию, поскольку этот город занимал выгодное территориальное положение и имел богатую и

быстро пополнявшуюся библиотеку. Идея Франклина нашла сочувственный прием, и созданное в 1744 г. по типу Лондонского королевского общества Философское общество в Филадельфии стало центром развития научной мысли Америки.

Этот период ознаменовался расцветом научной деятельности Франклина, о чем подробнее будет сказано ниже. Отметим лишь, что, несмотря на свое желание целиком отдаться научным исследованиям, изучению природы и ее законов, Франклин смог уделить этим занятиям всего лишь семь или восемь лет своей жизни. Тяга к науке не в состоянии была отвлечь его от общественных и политических событий, в которых он принимал непосредственное и самое активное участие. Франклин сыграл ведущую роль в борьбе своего народа за свободу и права человека. Это был ученый-гражданин, для которого стремление раскрыть сокровенные тайны природы не могло заслонить его общественный долг.

Ценя высокие достоинства своего соотечественника, граждане Филадельфии, а затем и всей Пенсильвании неоднократно выдвигали Франклина на различные общественные посты. Некоторое время он исполнял обязанности мирового судьи, от чего, однако, ему пришлось отказаться, так как он убедился, что существовавшая юриспруденция служила скорее для узаконения несправедливости, чем для восстановления правды. Значительно более важной была другая его миссия. В 1754 г. Пенсильвания избрала Франклина своим делегатом на собрание представителей английских колоний Америки, состоявшееся в Олбэни. Поводом для этого собрания послужило резкое обострение англо-французских отношений и необходимость принятия мер для защиты колоний от возможного нападения французов из принадлежавшей им Канады. В качестве такой меры Франклин предложил собравшимся план объединения колоний и создания федерации, положенный впоследствии в основу образования Соединенных Штатов.

Идея Франклина отвечала интересам колонистов и по другим причинам. Надо сказать, что английское правительство, опасаясь возрастающей экономической независимости колоний, стремилось

задушить в Америке промышленность и торговлю, сохранив колонии в качестве своей сырьевой базы и рынка сбыта товаров.

Отношения между колониями и Англией становились все более напряженными, поэтому мысль Франклина о создании федерации пришлась как нельзя более кстати. Хотя этот план и остался неосуществленным, так как был отвергнут в Лондоне, он показал американцам возможность политического объединения. Собрание в Олбэни явилось рубежом и в жизни самого Франклина, который с этого времени становится видным общественным деятелем не только Пенсильвании, но и всей Америки.

Положение американских колоний Англии в условиях начавшихся между Англией и Францией военных действий оказалось крайне тяжелым. Небольшое английское войско, находившееся в колониях, было разбито в первом же сражении, и колонисты остались совершенно беззащитными. Выход был найден благодаря энергичным действиям и находчивости Франклина, который немедленно созвал провинциальное собрание и предложил конкретные меры для обороны. Была проведена мобилизация молодежи в отряды гражданского ополчения и построены фортификационные укрепления. Франклин взял на себя командование первым сформированным им отрядом и личным примером воодушевлял новобранцев.

По окончании войны Франклина ожидали новые, еще более ответственные общественные поручения. К этому времени в провинции особенно остро разгорелась борьба колонистов с влиятельной и богатой семьей Пеннов — потомков основателя Пенсильвании. Огромные привилегии и необузданная власть Пеннов вызывали ненависть населения. Подкупленный Пеннами губернатор полностью парализовал деятельность провинциального собрания, которое решило отправить английскому королю петицию с просьбой отнять у Пеннов их неограниченные права. Отстаивать это требование в Лондоне было поручено Франклину. Все попытки Пеннов склонить Франклина на свою сторону путем всевозможных посулов ни к чему не привели. Франклин отвечал, что он, благодаря своей привычке к труду и скромному образу жизни, не нуждается в милости больших господ.

В Англию Франклин отправился в 1757 г. и пробыл там около пятнадцати лет. Его деятельность в Лондоне сначала как представителя Пенсильвании, а позже как представителя и других английских колоний в Америке протекала в чрезвычайно трудных условиях. Отношения между Англией и колониями все обострялись. Свободолюбивые американцы не желали больше терпеть притеснений со стороны английских аристократов, приезжавших в колонии ради наживы и высоких должностей. Франклин, рискуя быть арестованным, поскольку на него смотрели как на мятежника, мужественно отстаивал законные права соотечественников. В своих знаменитых памфлетах, написанных в этот период, он беспощадно изобличал несправедливость и произвол английской политики в отношении колоний.

Кровавые столкновения, происшедшие в 1770 г. между английскими солдатами и гражданами Бостона, и репрессивные меры, предпринятые Англией, настолько накалили атмосферу, что американцам ничего более не оставалось, как защищать независимость с оружием в руках. В своих сообщениях из Лондона Франклин писал, что от английских правителей уже нечего больше ждать: «Глядя на них, я думал, что они даже не настолько умны, чтобы управлять стадом свиней. Наследственные законодатели! Уж лучше иметь наследственных профессоров математики, как это делается в некоторых немецких университетах...»

Открытые военные действия начались в 1775 г.

Для решения общеамериканских политических вопросов был созван общий континентальный конгресс, собравшийся в Филадельфии. Вернувшись в связи с началом вооруженной борьбы в Америку, Франклин принял деятельное участие в работе конгресса в качестве представителя Пенсильвании и вошел в образованный конгрессом комитет для составления Декларации независимости (1776), положившей начало независимому существованию Соединенных Штатов.

Вооруженная борьба, разгоревшаяся между восставшими колониями и Англией, оказалась для американцев неравной. Молодые необученные войска колонистов терпели поражение за поражением. Положение становилось отчаянным. В эти тяжелые дни большую услугу

своему отечеству оказал Франклин, который, будучи послан во Францию, сумел склонить французское правительство на сторону американцев. В успешном выполнении этой ответственной дипломатической миссии немалую роль сыграли личные качества Франклина и его необыкновенная популярность. Вступление Франции в войну существенно повлияло на ее исход. В 1783 г. Франклин в числе трех уполномоченных конгресса Соединенных Штатов подписал мирный договор, согласно которому Англия признавала полную независимость американских колоний.

Несмотря на преклонный возраст — Франклину было 77 лет, — он продолжал играть большую роль в политической жизни молодого государства. Франклин участвовал в выработке американской конституции и затратил много сил, стараясь убедить учредительное собрание образовать однопалатную систему правления. Главнейшие цели общества одинаковы как для бедных, так и для богатых, говорил он. Зачем же отдавать богатым преимущество и предоставлять половину законодательной власти? Уже одно наименование «верхняя палата» унизительно для народа, представители которого называются «нижней палатой».

В последние годы жизни Франклин принял участие в борьбе за уничтожение рабства. Он стремился объединить всех сторонников освобождения негров, создал общество по борьбе с рабством и от его имени обратился к конгрессу со специальной петицией, в которой отмечалось, что «все люди. . . имеют одинаковые права на свободу и благосостояние», и содержался призыв «оказать милость и милосердие этим несчастным, осужденным на вечное рабство, и удалить из нашей земли отвратительное противоречие — рабство в свободном государстве». Однако власти Соединенных Штатов отвергли эту петицию.

Подписание Франклином этого документа явилось гуманным актом, славно завершившим жизнь великого человека.

Больной восьмидесятичетырехлетний Франклин доживал последние дни. Перед кончиной он получил письмо от другого знаменитого государственного деятеля Америки, Вашингтона, в котором гово-

рилось: «Если уважение за желание блага всем людям, удивление к таланту, почитание за патриотизм и филантропический образ мыслей могут удовлетворить человеческую душу, то для Вас, при всех Ваших телесных страданиях, должно быть приятным утешением сознание, что Вы не даром жили».

И действительно, Франклин умирал с сознанием исполненного долга.

Смерть Франклина, последовавшая 17 апреля 1790 г., была отмечена глубоким трауром не только на его родине, но и во многих других странах. Отношение к Франклину его современников было ярко выражено словами известного деятеля французской революции Мирабо. Узнав о кончине Франклина, он, выступая в Национальном собрании, воскликнул: «Античный мир воздвиг бы алтарь этому смертному, который знал, как покорить и гром, и деспотизм».

* * *

Любовь к наукам Франклин пронес через всю свою жизнь. Его внимание привлекали самые различные явления природы, круг его научных интересов был очень широким.

Одна из первых теоретических работ Франклина — «Скромное исследование о природе и необходимости бумажных денег» — была посвящена вопросам экономики. В этом исследовании он выдвинул теорию, согласно которой действительным мерилом стоимости товаров является труд. Маркс впоследствии дал положительную оценку этой теории и отметил, что одним из первых экономистов, разглядевших природу стоимости, был Франклин.

Наряду с большими способностями к теоретическим исследованиям и обобщениям, Франклин был наделен весьма изобретательным умом. Его первым практическим изобретением явилась конструкция отопительной печи. Относясь враждебно ко всякому расточительству, он обратил внимание на то, что в существовавших в то время в Америке печах большая часть тепла бесполезно терялась в трубе. Правда, некоторые иммигранты из Германии и Голландии привозили с собой образцы более экономичных печей, но эти печи, нагревая в поме-

щении воздух, не способствовали его обновлению. Печь конструкции Франклина обеспечивала вентиляцию помещения. О достоинствах печи можно судить хотя бы по тому, что губернатор Пенсильвании предложил Франклину на это изобретение патент, который изобретатель, однако, отклонил, заявив, что, «поскольку мы наслаждаемся великими преимуществами от изобретения других, мы должны быть рады любой возможности служить другим каким-либо собственным изобретением».

Трудно назвать область знания, которая не привлекала бы внимания Франклина. Заинтересовавшись норд-остами, этими бурными штормовыми ветрами, так часто проносившимися над территорией Соединенных Штатов, Франклин собрал и проанализировал большое количество данных о норд-остах и выдвинул теорию, объясняющую их направление и происхождение. Много времени Франклин уделял также сбору материалов, относящихся к мало исследованному тогда морскому течению Гольфстриму. Благодаря измерениям скорости, ширины и глубины Гольфстрима, сделанным при непосредственном участии Франклина, сведения об этом течении заметно расширились, и оно с достаточной точностью было нанесено на карты.

Значительными были заслуги Франклина и в изучении других физических явлений.

Он производил измерения теплопроводности различных материалов; изучал явление охлаждения, которым сопровождалось испарение жидкостей; выяснял, в какой степени поглощают солнечное тепло различно окрашенные предметы.

Однако наиболее глубокий след оставили в науке теоретические и экспериментальные работы Франклина в области электричества. Вопрос о природе электричества волновал многие пытливые умы уже со времен Фалеса Милетского (VI в. до н. э.), который заметил, что натертый янтарь притягивает к себе легкие предметы. Между тем на протяжении долгих столетий человеческие познания об электричестве почти не углубились, и лишь в XVII в., после появления классического труда английского физика Гильберта «О магните, магнитных

телах и великом магните земли» (1600 г.) интерес к этим таинственным силам природы начал возрастать снова. Было установлено, что вызванное трением электричество может быть получено не только от янтаря. Сургуч, натертый мехом, и стекло, натертое шелком, также притягивают к себе легкие предметы, причем свойства электрических зарядов на сургуче и стекле были не одинаковыми. Подвешенный на шелковой нити деревянный или пробковый шарик, наэлектризованный сургучной палочкой, отталкивался от последней, но притягивался палочкой стеклянной. Экспериментаторы решили поэтому, что имеют дело с двумя родами электричества, которые, между прочим, французский ученый Дюфэ так и различал, как электричество стеклянное и электричество сургучное или смоляное. Само электричество при этом рассматривалось как некая невесомая жидкость. Таким образом появилась теория двух электрических жидкостей, или, как говорилось, двух флюидов электричества.

Для более сильной электризации предметов были сконструированы большие стеклянные машины трения, а в 1745 г. почти одновременно — Клейстом из Померании и Мушенбреком из Лейдена — был изобретен еще один прибор, сыгравший важную роль в последующих опытах над электричеством. Прибор этот, названный лейденской банкой, имел способность заряжаться от натертых стеклянных трубок или машин трения и запасать в себе значительное количество электричества.

Сначала все эти устройства служили скорее целям развлечения, нежели занятиям наукой. По городам Европы и Нового Света разъезжали в то время многие предприимчивые экспериментаторы, которые организовывали платные представления и показывали «электрические чудеса». При помощи заряженных лейденских банок можно было убивать цыплят, воспламенять спирт, получать загадочное свечение в темноте и производить другие эффекты.

Колонисты Северной Америки, для которых главными развлечениями служили ярмарки да конные состязания, заинтересовались этим новым видом увеселений и охотно посещали представления подобных гастролеров.

Во время одной из своих частых деловых поездок в Бостон Франклин наткнулся случайно на такое представление, устроенное приехавшим из Шотландии неким доктором Спенсером. Его «электрические фокусы» произвели большое впечатление на Франклина, которому захотелось найти научное объяснение виденных им явлений.

Франклину было в это время сорок лет. Он обладал достаточным состоянием и мог уделять больше времени для научной работы. Заинтересовавшись электрическими явлениями и решив заняться их изучением, Франклин написал об этом в Англию своему другу, члену Лондонского королевского общества Коллинсону, который вскоре прислал ему специальную стеклянную трубку для получения электричества путем трения с описанием, как ею пользоваться.

Франклин быстро научился всем несложным манипуляциям с трубкой и с головой углубился в новую, увлекшую его область. «Что касается лично меня, — писал он в это время Коллинсону, — то мне до этого никогда не приходилось проводить исследование, которое столь полно завладело бы моим вниманием и временем».

Начав свои опыты с электричеством простым любителем, Франклин стал делать вскоре удивительные открытия. В письме Коллинсону от 11 июня 1747 г. он писал, что «пришлось наблюдать ряд представляющихся нам новыми явлений... Первое из них заключается в замечательной способности заостренных предметов извлекать и испускать электрический огонь».

Это в высшей степени важное в физике наблюдение Франклин сделал совместно со своим другом Гопкинсоном, поставив следующий остроумный эксперимент. К подвешенному на длинной шелковой нити небольшому кусочку пробки подносился, до соприкосновения, установленный на изолированной подставке заряженный металлический шарик. После того как пробка, приобретя заряд, отталкивалась от шарика и повисала на некотором расстоянии от него, Франклин подносил достаточно близко к шарику острую металлическую иглу. Пробка начинала приближаться к металлическому шарику, как если бы с него снимали сообщенный ему ранее

электрический заряд. Произведя тот же опыт, но с более тупой иглой, Франклин заметил, что в этом случае для получения того же самого действия он должен был поднести иглу к металлическому шарику значительно ближе. Следовательно, заключил он, чем острее игла, тем сильнее ее действие и тем заметнее сам эффект.

Впоследствии практический ум ученого нашел этому открытию весьма широкое и важное применение.

Стараясь проникнуть в сущность природы электричества, Франклин поставил перед собой сложный теоретический вопрос: создается ли в действительности электричество трением? Производит ли, например, трение стекла о шелк электричество «заново» или же фактически оно лишь отбирается при натирании от шелка и сообщается стеклу? Остроумные опыты, проделанные Франклином для выяснения этого вопроса, убедили его, что электричество заново не создается, а переходит с одного тела на другое в процессе натирания.

Франклин выдвинул так называемую унитарную теорию электричества, согласно которой вся материя заключает в себе электрическую субстанцию, «тонкий электрический флюид», не двух родов, как считали раньше, а только одного рода. В обычном состоянии тела содержат нормальное количество электрического флюида и являются электрически нейтральными. Когда же, однако, такой предмет, как стекло, натирают шелком, первоначальное распределение электрического флюида нарушается. Стекло получает, как писал Франклин, больше «электрического огня», чем его содержится в нем обычно, и начинает обнаруживать электрические свойства. Шелк же, используемый для натирания стекла, потеряв некоторое количество электрического флюида, также становится наэлектризованным. Если заряженным стеклом прикоснуться к земле, избыток электрического флюида немедленно отбирается землей, и стекло вновь становится нейтральным, не проявляя больше электрических свойств. Тела, имеющие избыток электрического флюида, Франклин предложил называть телами наэлектризованными положительно, а тела, у которых электрического флюида содержится меньше нормы,—

наэлектризованными отрицательно. Франклин, таким образом, ввел в науку об электричестве столь привычные нам теперь обозначения «плюс» и «минус».

Напомним, что в тот же самый период появилась и другая замечательная теория, объясняющая сущность электрических явлений. Эта теория была предложена М. В. Ломоносовым. Свои представления о природе электричества он изложил в 1753 г. в «Слове о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» и в последующих работах. Теория электричества Ломоносова отличалась от теории Франклина тем, что исключала существование особой электрической жидкости или материи и сводила электрические явления к движениям эфира, связывая их с вращением частиц эфира вокруг своих осей.

Свои глубокие теоретические исследования Франклин неизменно сочетал с практикой, с экспериментом. По его взглядам, теория и практика одинаково важны для изучения природы и управления ее силами. Такое сочетание теоретической мысли с решением чисто практических задач особенно ярко обозначилось у Франклина в его работах по изучению природы молнии

Франклин задался целью проверить, действительно ли существует та связь между электрическими явлениями и молнией, которую подмечали до него Ньютон, французский физик Нолле и немецкий физик Винклер. Последний, например, пойдя значительно дальше своих предшественников, прямо утверждал, что небесная молния и искусственная электрическая искра отличаются друг от друга всего лишь интенсивностью и что молния есть результат трения воздушных частичек о водяной пар, поднимающийся от больших водных поверхностей.

Экспериментальная проверка существования связи электрических явлений с молнией была, по мнению Франклина, совершенно необходимой, так как никто из этих ученых не смог дать явных доказательств правильности выдвигавшихся ими предположений.

Приступая к своим знаменитым опытам, Франклин проанализировал все известные в то время аналогии между молнией и электри-

ческой искрой. Они с большой достоверностью свидетельствовали о единой природе этих двух явлений. Но для полного доказательства нужно было найти более убедительное подтверждение. Здесь-то Франклин и обратился к обнаруженным им ранее свойствам остроконечных предметов. Если, рассудил он, электрическая субстанция притягивается к остроконечным предметам, то должна притягиваться к ним и молния. Оставалось только поставить эксперимент, и результат этого эксперимента должен был дать окончательное решение.

План Франклина был смелым по замыслу и в то же время простым. Франклин решил запустить воздушный змей к наэлектризованным облакам и отвести молнию к земле. К планкам змея он прикрепил заостренную металлическую проволоку, соединенную с пеньковым шнуром, служившим для запускания змея. К нижнему концу шнура был подвешен металлический ключ. Как только Франклин дождался грозовой погоды, когда небо покрылось тучами, он запустил свой змей и заметил, что свободно висевшие волокна и ворсинки пенькового шнура начали расходиться, отталкиваясь друг от друга. Поднеся палец к металлическому ключу, Франклин извлек из ключа заметную искру. Сомнений больше не было. Доказательство того, что молния, как и все электрические заряды, притягивалась металлическим острием, было в буквальном смысле слова у Франклина в руках.

Для последующих опытов с небесным электричеством Франклин установил высокий заостренный сверху железный прут на крыше своего дома и снабдил всю установку остроумным прибором, который звоном колокольчика извещал о проходивших над домом заряженных электричеством облаках. При помощи этой установки Франклин произвел ряд важных наблюдений. Он заметил, что чаще облака бывали заряжены отрицательно, хотя иногда и обнаруживали положительную электризацию. Франклину удавалось во время грозы заряжать атмосферным электричеством лейденскую банку и воспроизводить все те эффекты, которые получались от той же банки, заряженной натертой стеклянной трубкой. Основываясь на этих опытах, Франклин мог с полным правом написать,

что «тождество электрической материи с той, которая связана с молнией, полностью продемонстрировано».

В то время Франклин не подозревал еще, какому громадному риску он себя подвергал, исследуя небесные электрические заряды. Лишь трагическая гибель русского физика Рихмана, ставшего жертвой подобных же наблюдений летом 1753 г. , показала ученым всего мира насколько опасна электрическая сила молнии.

Разгадка природы этого небесного явления, исстари ужасавшего людей, позволила Франклину поставить перед собой другой вопрос, а нельзя ли поднятое вверх и соединенное с землей металлическое острие использовать в качестве громоотвода и при помощи его защищать от удара молнии строения на земле и корабли на море. При этом, по мысли Франклина, громоотвод стал бы не только отводить молнию к земле по заранее проложенному пути, но и предотвращать скопление больших зарядов в атмосфере, постепенно оттягивая заостренным концом статическое электричество из воздуха и облаков.

«Не отведут ли эти острия электрический огонь из тучи тихо, быть может, еще до того, как она приблизится на ударное расстояние, и тем самым не спасут ли они нас от самого внезапного и ужасного зла?» — писал в 1750 г. Франклин.

Догадка ученого получила вскоре практическое подтверждение, и изобретенный им громоотвод стал надежным средством защиты от молнии.

Исследования Франклина в области электричества этим, однако, далеко не ограничивались. Производя свои эксперименты с лейденской банкой, Франклин предложил стройное научное объяснение действия этой, как он выражался, «чудесной бутылки м-ра Мушенбрека». Франклин совершенно самостоятельно пришел к выводу, что положительный заряд одной обкладки банки в точности равняется отрицательному заряду другой. Иными словами, в процессе заряда лейденской банки одна сторона ее, по мнению Франклина, приобретала то, что теряла другая. Таков закон сохранения зарядов для конденсатора. Вскоре Франклин сделал другое капитальное

открытие. Вопреки существовавшему мнению, он утверждал, что заряд лейденской банки находится не на ее внешней или внутренней обкладке, а в самом стекле. Франклин подошел, таким образом, вплотную к современным представлениям, согласно которым энергия, запасенная конденсатором, сосредоточивается в его диэлектрике.

Описание замечательных теоретических и экспериментальных работ Франклина по электричеству можно было бы продолжить. Все они нашли достаточно полное отражение в публикуемых в настоящем издании письмах. Несмотря на два с лишним столетия, прошедшие с момента их написания, они не потеряли своего познавательного интереса и дают яркое представление о смелости суждений Франклина, глубине и последовательности его мысли.

Имя Франклина как ученого уже при его жизни завоевало всеобщее признание. Многие научные общества и академии, в том числе и Петербургская Академия наук, избрали его своим почетным членом. Труды Франклина, неоднократно издававшиеся в Англии и переводившиеся на иностранные языки, содействовали распространению знаний и проливали свет на одну из самых мало изученных областей физики. Изобретенный им громоотвод очень скоро сделался совершенно привычным устройством и распространился по всему миру.

Наблюдения и плодотворные идеи Франклина привлекали к себе внимание других исследователей и явились источником новых поразительных открытий.

В наши дни, когда физические познания необычайно расширились, когда учение об электричестве распалось на десятки специальных наук, а электрическая энергия глубоко вошла в повседневную жизнь, человечество отдает дань замечательным теоретическим и экспериментальным трудам выдающегося ученого XVIII в. Вениамина Франклина, который, подобно легендарному Прометею, отважился достать людям небесный электрический огонь и пытался обратить на общее благо одну из самых могущественных сил природы



ПРИМЕЧАНИЯ

Книга Франклина «Опыты и наблюдения над электричеством» в значительной своей части представляет собой собрание его писем, адресованных члену Лондонского королевского общества Питеру Коллинсону и другим ученым. Многие из этих писем обсуждались на заседаниях Общества и передавались для публикации в издававшиеся Обществом «Философские труды» («Philosophical Transactions»). Письма научного содержания представляли собой в XVIII в. одно из обычных средств общения между учеными, и многие научные книги того времени облекались в такую форму.

Поскольку письма и сообщения Франклина охватывают примерно двадцатилетний период, в них много повторений: автору часто приходилось возвращаться к уже описанным им явлениям, сообщать дополнительные данные и даже предлагать новое толкование. Франклин сначала думал, например, что молния устремляется по кратчайшему пути и плавит металлы «холодным способом». Позднее он, однако, открыл, что молния следует по пути наименьшего сопротивления и плавит металлы обычным образом, нагревая их до точки плавления.

Эти возвращения, а в отдельных случаях и пересмотр Франклином прежних своих представлений, делают его книгу для читателя XX в. еще более интересной. По книге Франклина можно познакомиться не только с описанием его экспериментальных и теоретических открытий, но и проследить их историю, развитие связанных с ними идей.

Текст настоящего издания базируется на последнем американском издании трудов Франклина, предпринятом в 1941 г. Бернардом Коэном (Benjamin Franklin's Experiments. A new edition of Franklin's Experiments and Observations on Electricity, edited by I. Bernard Cohen. Cambridge, Massachusetts, 1941). Издание Коэна может считаться наиболее полным и выверенным. За основу Коэн принял пятое английское издание, просмотренное самим Франклином (Experiments and Observations on Electricity, made at Philadelphia in America, by Benjamin Franklin, the fifth edition, London, MDCCLXXIV). Коэном был в точности сохранен основной текст пятого издания и внесены только безусловно необходимые исправления, касающиеся явных опечаток, пунктуации и орфографии Некоторому изменению подверглась лишь дополнительная часть пятого

лондонского издания, озаглавленная «Сообщения и письма об электричестве и о других философских вопросах». Она была воспроизведена неполностью. Из этих сообщений и писем были выбраны преимущественно те, которые ближе всего относятся к вопросам, рассматриваемым в первой части (т. е. касающимся электричества), или же представляют значительный общий интерес благодаря раскрытию в них научного метода исследования Франклина.

Подстрочные примечания в тексте в большинстве случаев сделаны самим Франклином и сохранены полностью.

1 (стр. 7). Коллинсон Питер (1694—1768), английский ученый, член Королевского общества, во многом содействовал успешной научной деятельности Франклина в области изучения электричества. Он снабдил Франклина первыми необходимыми приборами для электрических опытов и в дальнейшем регулярно информировал лондонские научные круги о теоретических и экспериментальных достижениях Франклина, зачитывая его научные письма на заседаниях Королевского общества.

Научная деятельность самого Коллинсона протекала в области ботаники; его сад был одним из лучших в Англии в течение всего XVIII в. Он вел обширную переписку со многими естествоиспытателями, в частности с Линнеем, и коллекционировал растения.

2 (стр. 7). *Электрическая трубка*, присланная Франклину его лондонским другом Коллинсоном, представляла собой, по описаниям самого Франклина, «прямую трехфутовую стеклянную трубку, толщиной с руку». Натирание этой трубки шелком позволяло получать необходимые для опытов электрические заряды.

3 (стр. 9). Гопкинсон Томас (1709—1751) и упоминаемые далее Синг Филип (1703—1789) и Киннерслей Эбенезер (1711—1778) — близкие друзья Франклина из числа основателей Американского философского общества, вместе с Франклином занимались опытами по электричеству. Наиболее способный из них — Киннерслей. Ему принадлежат самостоятельные весьма ценные опыты и наблюдения над электричеством, многие из которых были описаны в Трудах Королевского общества. Он известен также как прекрасный лектор, много способствовавший популяризации науки об электричестве среди населения английских колоний в Америке.

4 (стр. 11). См. примеч. 3.

5 (стр. 11). Уотсон Уильям (1715—1787), английский ученый, член Королевского общества, известен своими теоретическими и экспериментальными исследованиями в области электростатики. Франклин в своем письме имеет в виду работу: W. Watson, A Sequel to the Experiments and Observations tending to illustrate the Nature and Properties of Electricity, London, 1746.

6 (стр. 14). *Проводом* или *крюком* банки (или бутылки) Франклин называл металлический проводник, соединенный с внутренней обкладкой лейденской банки, в качестве которой употреблялись станиоль, дробь или, как здесь указывается, просто вода.

(стр. 16). Под *неэлектриками* Франклин понимал металлы и все другие вещества, которые не поддавались хорошей электризации трением. Деление веществ на электрики и неэлектрики появилось задолго до Франклина. Еще английский ученый Гильберт в своем классическом труде по магнетизму, опубликованном в 1600 г., обозначал словом «электрики» все вещества, которые имели способность притягивать, как янтарь; вещества же, которые при трении не обладали притягательной силой янтаря, он называл «неэлектриками». Позднее в своих работах по электричеству Франклин отказался от этого принятого тогда названия, как не отвечавшего существу дела, и стал делить все вещества на проводники и непроводники электричества, т. е. делать так, как принято и в наши дни.

8 (стр. 17). Электрик per se (по существу) в нашем понимании — совершенный изолятор.

9 (стр. 25). Имеется в виду электростатическая машина Герике, представлявшая собой шар, сделанный из серы или стекла и насаженный на ось. Приводя шар во вращение и прижимая к нему соответствующий материал, можно было его наэлектризовать.

10 (стр. 25). См. примеч. 3.

11 (стр. 27). *Первичным проводником* Франклин называл подвешенный на изоляторах над рабочим местом провод, могущий электризоваться или от стеклянной трубки, или от машины трения и служащий для проведения различных экспериментальных работ.

12 (стр. 31). Бевис Джон (1693—1771), английский ученый, член Королевского общества, занимался электрическими опытами; нашел, что сила разряда лейденской банки значительно возрастает после обертывания банки металлической фольгой.

13 (стр. 36). В пятом и предшествующих английских изданиях в письме IV два параграфа ошибочно обозначены номером 27; то же относится и к разделу, озаглавленному «Взгляды и предположения», где два параграфа обозначены одним и тем же номером 34 (стр. 73—74). Эти обозначения в настоящем издании сохранены.

14 (стр. 40). Письмо V было адресовано Франклином члену Королевского общества д-ру Джону Митчелу, натуралисту из Виргинии, историку и картографу.

15 (стр. 64). Франклин имеет в виду письмо члена Королевского общества Генри Майлса по поводу грозовой бури, случившейся в Стретхэме 12 июня 1748 г. Письмо опубликовано в Phil. Trans. XLV, 1748, стр. 383—387.

16 (стр. 74). См. примеч. 13.

17 (стр. 84). Под этим названием следует понимать «огни святого Эльма».

18 (стр. 84). Уильсон Бенджамин (1721—1788), английский ученый, член Королевского общества, занимался опытами над электричеством. Резко выступал против использования предложенных Франклином заостренных громоотводов, предлагая устраивать громоотводы с тупым округленным концом.

19 (стр. 99). Хейлс Стефен (1677—1761), английский ученый, выступил с теорией землетрясений, описал свое наблюдение, согласно которому стекла в окнах Казначейства в Лондоне электризовались во время орудийной пальбы, производимой в дни различных церемоний и торжеств.

20 (стр. 100). Бюффон Георг (1707—1788), знаменитый французский естествоиспытатель, автор выдающегося труда «Естественная история»; наряду с биологическими вопросами интересовался математикой, физикой, в частности электричеством.

21 (стр. 100). Д'Алибар Жан Франсуа (1703—1799), французский ученый; первым осуществил (10 мая 1752 г.) задуманный Франклином эксперимент, доказывающий электрическую природу молнии; перевел труды Франклина на французский язык.

22 (стр. 106). Кантон Джон (1718—1772), английский физик, член Королевского общества, занимался изучением электростатических явлений; показал, что в то время, когда заряжается стеклянная палочка, натираемая шелком, сам шелк получает заряд, равный и противоположный заряду палочки; произвел одним из первых в Англии опыт, подтверждающий электрическую природу молнии; подтвердил наблюдения Франклина, согласно которым облака могут носить на себе как положительный, так и отрицательный электрический заряд.

23 (стр. 125). Колден Дэвид (1733—1784), один из друзей Франклина; американский ученый, интересовавшийся электричеством.

24 (стр. 125). Нолле Джон Антуан (1700—1770), французский физик; аббат; приобретя известность своими исследованиями в области электричества, при короле Людовике XV занял пост официального электрика, в обязанности которого входила организация всяких увеселений с использованием электрических опытов. Нолле — автор ряда трудов, в частности книги «Recherche sur les causes particulières des phénomènes électriques», Paris, 1749.

Выдвинув свою теорию для объяснения электрических явлений («теория притока и истечения»), Нолле резко выступил против «теории одной жидкости» Франклина и предложенного им объяснения действия лейденской банки. Свои взгляды и несогласия с франклиновской теорией он изложил в «Письмах по электричеству» («Lettres sur l'électricité», v. I, Paris, 1753), частично адресованных непосредственно Франклину.

25 (стр. 131). Дословно на стр. 88—89 «Писем по электричеству» Нолле говорит следующее: «Вы уверяете нас прежде всего в том, что главную особенность электричества, заключающуюся в его способности наносить удар, следует приписывать только банке и что вода или вообще неэлектрики, находящиеся в ней, полностью лишены этой способности и служат, подобно якорю магнита, только для сосредоточения частиц электрической субстанции и их удержания в накопленном виде на поверхности, которую предполагается наэлектризовать. Мне трудно уяснить, что могло побудить Вас думать подобным образом».

26 (стр. 131). Здесь Колден ссылается на первое издание; в настоящей книге см. стр. 19 и след.

27 (стр. 132). Дословно: «Мне довелось слышать, как, затрагивая вопрос о воде, которая оказывалась наэлектризованной после того как ее переливали из одного сосуда в другой, отвечали за Вас, что эта вода, образуя в процессе переливания непрерывное тело, соединяющее сосуды, служит попросту средством перемещения, а не объектом электричества и что это свойство как в первом, так и во втором сосуде принадлежит только стеклу. Тогда пусть мне ответят, почему и каким образом проводник электричества не является объектом электричества; нельзя ли сказать то же самое и с такой же малой степенью вероятности о шине или о цепи, которые служат для передачи этого свойства на расстояние?» (Н о л л е, Письма по электричеству, стр. 94).

28 (стр. 134). Дословно: «Я поднимаю, например, рукой за крюк только что заряженную банку и держу ее таким образом в воздухе. . . Если теперь я подведу к банке на расстояние трех—четырех дюймов подвешенный на шелковой нитке только что наэлектризованный лист металлической фольги, то я замечу (и Вы сможете в этом убедиться сами, когда Вам заблагорассудится), что это небольшое тело, вместо того чтобы получить ускорение к банке, держится постоянно поодаль от нее и оказывает сопротивление моим движениям, если я пытаюсь приблизить его к банке» (Н о л л е, Письма. . ., стр. 102—103).

29 (стр. 134). Дословно: «Не невозможно, вопреки Вашему утверждению, зарядить склянку в Вашем пятом опыте, если ее дно закрыто листом металла, который соединен железным проводом с крюком» (Н о л л е, Письма. . ., стр. 108—109).

30 (стр. 135). Дословно: «Не естественнее ли думать, что электрическая субстанция, исходящая от проводника и со значительно большей легкостью проникающая в металл, чем в стекло, скорее всего располагается вокруг железного проводника, используемого для сообщения, окружает металл и с него распространяется в воздух» (Н о л л е, Письма. . ., стр. 109).

31 (стр. 170). У Франклина в тексте растение называется Poke-Weed.

32 (стр. 219). Кто такой Уильям Мейн, неизвестно. Очень возможно, что его письмо, содержащее описание действия грозы, явилось одним из откликов

на сделанное Франклином в июне 1753 г. в «Пенсильванской газете» объявление, где говорилось: «Тех из наших читателей в этой и соседних провинциях, которые могут иметь случай наблюдать в течение текущего лета какие-либо действия молнии на дома, корабли, деревья и т. д., просят обратить особенное внимание на ее направление и отклонение от прямой линии, на стены или другие предметы, пораженные ею, на различные действия и влияния ее на дерево, камень, кирпичи, стекло, металлы, тела животных и т. д. и на любое другое обстоятельство, которое поможет раскрыть природу и завершить историю этого ужасного атмосферного явления. Подобные наблюдения, будучи записаны и присланы Вениамину Франклину в Филадельфию, будут с благодарностью приняты и вознаграждены».

33 (стр. 236). Дж. У. — инициалы американского ученого, профессора Джона Уинтропа (1714—1779).



СОДЕРЖАНИЕ

Извлечение из письма I Вен. Франклина Питеру Коллинсону (28 марта 1747 г.) 7

Письмо II Вен. Франклина Питеру Коллинсону (11 июля 1747 г.) 8

Письмо III Вен. Франклина Питеру Коллинсону (1 сентября 1747 г.) 16

Письмо IV Вен. Франклина Питеру Коллинсону (1748 г.) 25

Письмо V, содержащее наблюдения и предположения, сделанные для разработки новой гипотезы в целях объяснения ряда явлений при грозовых бурях 40

Дополнительные статьи Питеру Коллинсону (29 июля 1750 г.) 52

Взгляды и предположения касательно свойств и действий электрической субстанции, вытекающие из опытов и наблюдений, проведенных в Филадельфии в 1749 г. 53

Дополнительный опыт, подтверждающий, что при заряжении лейденской банки количество электрического огня в ней не становится больше или меньше прежнего, что при ее разряжении огонь не исходит одновременно из провода и из обкладки, как это полагают некоторые, что обкладка всегда приобретает разряжаемое проводом (или равное разряжаемому) количество и что наружная поверхность всегда пребывает в отрицательном состоянии электричества, тогда как внутренняя — в положительном 79

Извлечение из протокола заседания Королевского общества, содержащее некоторые замечания члена этого общества г-на У. Уотсона по поводу предшествующих писем, а также просьбу к члену Общества г-ну П. Коллинсону написать своему корреспонденту в Филадельфию относительно умерщвления индейки электрическим разрядом 81

Письмо VI Вен. Франклина Питеру Коллинсону (27 июля 1750 г.) 83

Письмо VII Вен. Франклина некоему К. К. (1751 г.) 87
Письмо VIII Э. Киннерслея Вен. Франклину (3 февраля 1752 г.) 93
Письмо IX Вен. Франклина г-ну Э. Киннерслею (2 марта 1752 г.) 96
Письмо X Вен. Франклина г-ну Э. Киннерслею (16 марта 1752 г.) 97
Извлечение из докладной записки г-на д'Алибара в адрес королевской Академии наук (13 мая 1752 г.) 101
Письмо г-на У. Уотсона Королевскому обществу (декабрь 1752 г.) 105
Письмо XI Вен. Франклина Питеру Коллинсону (19 октября 1752 г.) 108
Письмо XII Вен. Франклина Питеру Коллинсону (сентябрь 1753 г.) 110
Письмо XIII Вен. Франклина Питеру Коллинсону (18 апреля 1754 г.) 124
Замечания г-на Дэвида Колдена к письмам аббата Нолле по электричеству, адресованным Вениамину Франклину (4 декабря 1753 г.) 125
Электрические опыты, проведенные магистром искусств и членом Королевского общества Джоном Кантоном с попыткой объяснить ряд присущих им явлений вместе с некоторыми наблюдениями в отношении грозовых туч, дающими дальнейшее подтверждение выводов г-на Франклина о положительном и отрицательном состоянии облаков (6 декабря 1753 г.). 135
Сообщения и письма об электричестве и о других философских вопросах 144
Опыты по электричеству, проведенные в развитие опытов г-на Кантона, о которых говорится в его статье от 6 декабря 1753 г., с пояснениями г-на Вениамина Франклина (14 марта 1755 г.) 144
Извлечение из письма г-на В. Франклина об электричестве на имя г-на д'Алибара, которое было вложено в письмо на имя члена Королевского общества г-на Питера Коллинсона (29 июня 1755 г.) 149
Извлечение из письма одного джентльмена из Бостона на имя Вениамина Франклина о зигзагообразности распространения и источнике происхождения молнии (21 декабря 1751 г.) . . 152
Письмо XIV Вен. Франклина (24 января 1752 г.) 158
Письмо XV Дж. Б. Вениамину Франклину (2 марта 1752 г.) . . . 162
Письмо XVI Вен. Франклина г-ну К. К. (23 апреля 1752 г.) . . . 166
Извлечение из письма Дж. Б. г-ну В. Ф. относительно свечения в морской воде (12 ноября 1753 г.) 170

Письмо XVII Вен. Франклина д-ру Л. (18 марта 1755 г.) 173
Письмо XVIII Вен. Франклина д-ру Л. (14 апреля 1757 г.) 181
Письмо XIX Вен. Франклина доктору медицины и члену Королевского общества Джону Прингл (21 декабря 1757 г.) 188
Письмо XX г-на Киннерслея (12 марта 1761 г.) 190
Письмо XXI Вен. Франклина г-ну Киннерслею в ответ на предыдущее (20 февраля 1762 г.) 202
Письмо XXII. Сообщение г-на Уильяма Мейна о результатах удара молнии в его пруток (28 августа 1760 г.) 219
Письмо XXIII Вен. Франклина госпоже С . . . н (20 сентября 1761 г.) 226
Письмо XXIV Вен. Франклина о молнии и способе (теперь применяемом в Америке) защиты от нее зданий и людей (сентябрь 1767 г.) 231
Письмо XXV. Извлечение из письма Дж. У., профессора физики (6 января 1768 г.) 236

Приложения

Б. С. Сотин. Жизнь и деятельность Вениамина Франклина 245
Примечания 263



Вениамин Франклин

Опыты и наблюдения над электричеством

•

Утверждено к печати
редколлегией серии «Классики науки»
Академии наук СССР

•

Редактор издательства *Е. М. Кляус*
Оформление художника *Л. А. Рабенау*
Технический редактор *Н. П. Аузан*

•

РИСО АН СССР № 9—105В. Сдано в набор 11/VI 1956 г. Подп. к печати 5/XI 1956 г. Формат бум. $70 \times 92^{1}/_{16}$. Печ. л. 17=19,89+1 вкл. Уч.-изд. лист 12,3+0,1 вкл. Тираж. 5500. Изд. № 1649. Тип. зак. 733.

Цена 10 р. 70 к.

Издательство Академии наук СССР.
Москва, Б—64, Подсосенский пер., д. 21

1-я типография Издательства АН СССР.
Ленинград, В. О., 9-я л., д. 12.

В. ФРАНКЛИН

ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

ОПЫТЫ И НАБЛЮДЕНИЯ НАД ЭЛЕКТРИЧЕСТВОМ

В. ФРАНКЛИН